ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :
INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie - Redactie :
NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, 200 rue du Chéra — Tél. (041) 52 71 50

Institut National des Industries Extractives : Rapport 1975. — W. FECKLER : Evolution de la technique de climatisation dans les creusements conventionnels et mécanisés. — INIEX : Revue de la littérature technique.

MARS 1976 Mensuel — N° 3 — Maandelijks **MAART 1976**

ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, 200 rue du Chéra — Tél. (041) 52 71 50

Institut National des Industries Extractives : Rapport 1975. — W. FECKLER : Evolution de la technique de climatisation dans les creusements conventionnels et mécanisés. — INIEX : Revue de la littérature technique.

MARS 1976 Mensuel — N° 3 — Maandelijks MAART 1976

ANNALES DES MINES
DE BELGIQUE

n° 3 — mars 1976

ANNALEN DER MIJNEN
VAN BELGIE

nr. 3 — maart 1976

Direction-Rédaction :
INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie-Redactie :
NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, 200, rue du Chéra — TEL. (041) 52 71 50

Sommaire - Inhoud

* Gezien de lengte van het verslag zal de Nederlandse tekst verschijnen in het april-nummer.

EDITION - ABONNEMENTS - PUBLICITE - UITGEVERIJ - ABONNEMENTEN - ADVERTENTIES

1050 BRUXELLES • EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES • 1050 BRUSSEL

Rue Borrens, 35-43 - Borrensstraat — TEL. 640 10 40

Dépôt légal : D/1976/0168

Wettelijk Depot : D/1976/0168

Institut National des Industries Extractives

Rapport 1975

Direction Générale : P. LEDENT
Adjoint à la Direction Générale : P. STASSEN

A. DIVISION DE LIEGE

Département Mines et Carrières : P. STASSEN
Section Propagation des Ondes Electromagnétiques : R. LIEGEOIS
Section Galeries et Puits : H. van DUYSE
Département Laboratoires : R. NOEL
Section Polymères : J. BRICTEUX
Département Station d'Essais : G. BURTON

B. DIVISION DE PATURAGES

Directeur de la Division : J. BRACKE
Section Sécurité : L. RUY
Section Salubrité : G. NENQUIN

Siège social :
rue du Chéra 200, B-4000 LIEGE
Tél (041) 52 71 50

Division de Pâturages :
rue Grande 60, B-7260 PATURAGES
Tél. (065) 66 23 43

Responsable des Publications : Mme B GOFFART

COMPOSITION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION au 31 décembre 1975

PRESIDENT :

M. J. MEDAETS, Directeur Général des Mines, à Bruxelles

VICE-PRESIDENTS :

MM. L. LYCOPS, Directeur Général de la N.V. Kempense Steenkolenmijnen, à Houthalen
R. PAQUET, Directeur Général de la Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité de Belgique, à Bruxelles

SECRETAIRE :

M. H. GREGOIRE, Inspecteur Général des Mines, à Bruxelles

MEMBRES :

MM. M. ALEXIS, Administrateur-Directeur-Gérant de la S.A. des Charbonnages de Monceau-Fontaine, à Monceau-sur-Sambre.
J. BAEYENS, Secrétaire Provincial de la Centrale Régionale des Mineurs du Limbourg F.G.T.B., à Hasselt
L. CHARLIER, Secrétaire Régional de la Centrale Syndicale des Travailleurs des Mines de Belgique, à Liège
F. DECKERS, Directeur Divisionnaire des Mines, à Hasselt
O. de CROMBRUGGHE, Professeur à l'Université Catholique de Louvain, à Houthalen
E. DE RYCK, Chef de Cabinet Adjoint du Secrétaire d'Etat à l'Economie Régionale Flamande, à Bruxelles
P. EVRARD, Professeur à l'Université de Liège, à Liège
M. FORET, Conseiller-Secrétaire de Cabinet du Secrétaire d'Etat à l'Economie Régionale Wallonne, à Bruxelles
R. FRADCOURT, Ingénieur en Chef-Directeur des Mines, à Mons
G. PEIRS, Directeur du Groupement National de l'Industrie de la Terre Cuite, à Bruxelles
C. REYNDERS, Directeur de la S.A. des Carrières et Fours à Chaux d'Aisemont, à Aisemont
J. ROEGIERS, Membre du Comité de Gérance de la S.A. P.R.B., à Bruxelles
G. SOUILLARD, Directeur Général de Labofina, à Bruxelles
J. STASSEN, Inspecteur Général des Mines, à Bruxelles
E. VANDENDRIESSCHE, Secrétaire Général de la Centrale des Francs Mineurs C.S.C., à Bruxelles
M. VERSCHOREN, Secrétaire National du Syndicat des Employés, Techniciens et Cadres de Belgique, à Bruxelles

COMMISSAIRE DU GOUVERNEMENT :

M. R. GAUTHY, Conseiller f.f. au Ministère des Affaires Economiques, à Bruxelles

DELEGUE DU MINISTRE DES FINANCES :

M. M. VALENTIN, Inspecteur Général des Finances, à Bruxelles



Introduction

L'année 1975 a été marquée par un important développement des travaux préparatoires de l'INIEX dans le domaine de la gazéification souterraine sous haute pression.

Au début du mois de mars, la Commission Technique, mise en place en septembre 1974 par Monsieur Etienne KNOOPS, Secrétaire d'Etat Adjoint au Ministre des Affaires Economiques, a déposé un premier rapport dont les conclusions ont été présentées au Comité Ministériel de Coordination Economique et Sociale.

Sur la base de ce rapport, le C.M.C.E.S. a décidé de mettre à la disposition de l'INIEX un crédit supplémentaire de 30 millions de francs pour le développement des études préliminaires.

Ces travaux se sont poursuivis tout au long de l'année, avec la collaboration de la N.V. Kempense Steenkolenmijnen, du Service Géologique de Belgique, du « Laborelec » (Laboratoire Belge de l'Industrie Electrique), de l'Institut Belge des Hautes Pressions et d'un certain nombre de Services des Universités de Bruxelles, Gand, Liège, Louvain et Mons.

Des voyages d'études ont été organisés aux USA et en URSS et des contacts ont été établis avec différents organismes étrangers et notamment : les Charbonnages de France, le Cerchar, le National Coal Board, les Mines d'Etat Néerlandaises, le Kernforschungsanlage (Jülich) et le Bergbau Forschung (Essen-Kray).

Les études préliminaires ont progressé favorablement ; aucun facteur technique n'est apparu qui puisse justifier l'abandon du projet et l'intérêt qu'il suscite laisse prévoir son développement dans le cadre d'une collaboration internationale.

Les travaux de l'INIEX, dans les domaines plus classiques de l'exploitation des mines, ont continué à se développer, avec l'appui financier des Communautés Européennes.

Les recherches restent orientées suivant trois thèmes principaux :

— l'accélération du creusement des voies par l'utilisation de nouvelles machines et de nouvelles techniques de soutènement ;



Nouvel atelier de mise en forme des polymères

— la prédétermination et le contrôle du dégagement de grisou dans les chantiers souterrains ;
— le développement des systèmes de télécommande et de télécommunication souterraine.

De nouveaux développements des câbles guides d'ondes brevetés par l'INIEX sont envisagés au Canada et, en accord avec le Ministre des Travaux Publics, l'INIEX a réalisé une étude préliminaire en vue du développement des télécommunications dans les tunnels routiers.

A l'initiative du Secrétaire d'Etat à l'Economie Régionale Wallonne, l'INIEX a été chargé d'entreprendre une prospection des terrils des anciens charbonnages du sud du pays. Cette étude, qui a pour but d'établir un inventaire des terrils susceptibles d'être réexploités, pourrait s'étaler sur les quatre prochaines années.

En dehors du domaine charbonnier, les travaux de l'INIEX ont continué à se développer dans quatre directions :

— La sécurité vis-à-vis des risques d'incendie et d'explosion.
— Les problèmes d'environnement et de contrôle de la pollution atmosphérique.
— L'exploitation des carrières et la valorisation de leurs produits.
— L'utilisation des polymères et le contrôle de leur réaction au feu.

Le nombre d'appareillages électriques antidéflagrants soumis à l'examen de nos services spécialisés de la division de Pâturages est en accroissement continu et on a également noté un accroissement des demandes d'essais d'agréation et de contrôle des courroies transporteuses destinées aux travaux souterrains des charbonnages.

Le réseau de contrôle des retombées de poussières atmosphériques établi de Tournai à Lanaye, dans le cadre du contrat conclu avec le Ministère de la Santé Publique, est exploité par les laboratoires de Liège et de Pâturages, en collaboration avec l'ADEC et l'IEGSP. A côté des mesures quantitatives, une étude méthodique de la composition chimique des échantillons recueillis aux différentes stations a été entreprise.

Les mesures de vibrations du sol lors des tirs en masse dans les carrières ont été poursuivies et la station d'essais d'INIEX s'est équipée pour procéder au contrôle des éléments architectoniques préparés sur base de petit granit dans le cadre du programme de recherche entrepris à l'initiative du Groupement de Relance Economique des Vallées de l'Ourthe et de l'Amblève. Ces contrôles portent sur la qualité des colles polymériques utilisées pour les assemblages et sur le comportement des éléments préfabriqués, lorsqu'ils sont soumis à des cycles successifs d'ensoleillement artificiel et de refroidissement brusque par aspersion d'eau.

La collaboration de l'INIEX avec l'Union des Producteurs Belges de Chaux, Calcaires, Dolomies et Produits Connexes s'est concrétisée par la mise en route d'un service de documentation spécialisé dans les problèmes relatifs à la production et aux utilisations de la chaux et de la dolomie.

Dans le secteur Polymères, les activités propres de l'INIEX sont restées centrées sur les problèmes de bétons résineux, de comportement au feu et d'analyse des fumées résultant de la combustion des matières plastiques. Parallèlement à ces activités, nous avons maintenu une collaboration étroite avec le Centre de Recherches Scientifiques et Techniques de l'Industrie des Fabrications Métalliques ; un nouveau bâtiment a été construit, dans lequel seront installées différentes machines de mise en forme des matières plastiques.

Division de Liège

1. *Section « Mines et carrières »*

11. *GALERIES ET PUITS*

111. *Galeries en roches*

111. *Bouveaux circulaires avec revêtement en panneaux de béton armé*

La technique du revêtement en panneaux, qui a rmis de doubler, et même de tripler, les avancements réalisés auparavant avec le revêtement en claaux, continue à se développer dans le bassin de mpine.

ésistance des anneaux en panneaux

Il convient cependant de rappeler ici que cette chnique, qui a permis de remplacer un revêtement une épaisseur de 50 cm par un revêtement d'une paisseur de 20 cm, n'est valable que sous la condin expresse de réaliser un remplissage aussi parfait e possible du vide entre le terrain et le revêtement panneaux.

Jusqu'au début de l'année 1975, pratiquement us les bouveaux en panneaux qu'il a fallu recarrer aient été influencés par le passage d'une taille à oximité de la galerie ; aucun revêtement n'aurait ailleurs pu résister aux surcharges et surtout à la slocation des terrains, provoquées par l'exploitation s tailles dans les bouveaux situés à proximité.

En 1975 cependant, plusieurs centaines de mètres bouveaux en panneaux, non influencés par des lles, ont dû être recarrés par suite de dégâts trop importants causés au soutènement, principalement aux sièges Beringen et Zolder. Il faut signaler que ces bouveaux sont situés dans des zones absolument vierges, loin de toute exploitation.

Ces faits rendent plus actuelle que jamais la nécessité d'améliorer encore la résistance des panneaux. De très nombreux essais ont eu lieu en fin d'année 1975 et plusieurs autres séries d'essais sont prévues au début de 1976.

Cet objectif peut être atteint par des recherches orientées dans les quatre directions suivantes :

a) auscultation aisée de l'espace derrière le revêtement pour s'assurer de son bon remplissage ;
b) amélioration de la qualité du béton ;
c) augmentation de l'épaisseur des panneaux ;
d) modification des armatures.

a) Le premier point présente une importance capitale pour la bonne tenue des anneaux en panneaux, mais il n'est pas encore réalisable immédiatement car il demande la mise au point d'un appareillage adéquat (basé sur des méthodes acoustiques, par exemple).
b) Tous les essais de résistance du béton, tant à la compression qu'à la traction, mettent en évidence l'excellente qualité du béton qui ne pourrait que difficilement être améliorée (la résistance à la compression, après 28 jours, du béton de Beringen dépasse 700 kg/cm^2 et celle du béton de

Zolder dépasse 1.000 kg/cm²). Quelques essais ont bien été effectués pour améliorer encore cette résistance au moyen de durcisseurs, mais jusqu'à présent sans résultat concluant. En effet, en vue de diminuer la quantité d'eau utilisée pour la fabrication des panneaux, des essais avaient été exécutés avec un agent durcisseur du type lignosulfonate mis au point par la Société Rhône-Progil. On envisage de recommencer l'essai avec un sulfonate de synthèse permettant une réduction d'eau de 20 % (au lieu de 10 % avec le lignosulfonate).

c) En augmentant l'épaisseur des panneaux, on obtient naturellement une augmentation de la résistance de l'anneau, mais celle-ci n'est pas proportionnelle à l'accroissement de l'épaisseur. De plus, la nécessité de manutentionner le panneau en l'agrippant à son centre de gravité qui se rapproche fort de la paroi lorsque l'épaisseur augmente, oblige à prévoir une petite cavité à hauteur du centre de l'intrados du panneau, ce qui déforce localement quelque peu la résistance du revêtement. D'autre part, l'utilisation de panneaux plus épais obligerait les sièges, soit à renforcer fortement la stabilité des engins de pose (les « Hiab »), soit à utiliser à nouveau des panneaux de 32 cm de largeur. Plusieurs essais ont été effectués en laboratoire il y a quelques années sur des panneaux de 20, 25 et 30 cm d'épaisseur.

d) En ce qui concerne le problème des armatures, des essais antérieurs effectués sur des panneaux de 32 cm de largeur et 20 cm d'épaisseur ont montré que le passage d'étriers enroulés en spirale autour de 4 barres longitudinales de 12 mm de diamètre vers des étriers soudés à ces barres a entraîné une diminution de la résistance des panneaux ; par contre, ce changement a permis de diminuer notablement le prix de revient des panneaux. Il est probable cependant que l'effet bénéfique des étriers enroulés en spirale autour des 8 barres longitudinales des panneaux de 64 cm de largeur sera nettement plus faible que lorsqu'ils sont enroulés autour de 4 barres.

De nombreux essais ont lieu actuellement dans le but d'améliorer la résistance des panneaux en modifiant les armatures actuelles tout en maintenant les dimensions actuelles des panneaux.

Citons parmi ces essais :

— le pliage à 135° environ des extrémités des étriers de liaison entre les barres longitudinales,
— l'utilisation d'étriers repliés en forme d'épingles de diamètres différents,
— l'augmentation du nombre de barres longitudinales,
— l'augmentation du diamètre de ces barres longitudinales,
— l'augmentation de la densité des étriers,
— l'augmentation du diamètre des étriers,
— l'utilisation de barres cintrées de très grand diamètre.

Le dernier essai cité est effectué en collaboration avec la firme Pont-à-Mousson. La figure 1 montre une coupe d'un des panneaux essayés où les 4 barres cintrées sont en fonte ductile et ont chacune une section équivalente à celle d'une barre ronde d'un diamètre de 52 mm ; l'adoption de ces barres de grand diamètre permet la suppression des étriers. Le prix des panneaux fabriqués avec ces armatures est 3 à 4 fois plus élevé que le prix de revient des panneaux actuels. Cependant, si ce nouveau revêtement permet d'éviter un recarrage, il pourrait être économique, car le prix d'un recarrage dépasse la différence de prix entre les deux types de revêtement. Cet éventuel revêtement pourrait être réservé pour les bouveaux qui ne seraient pas influencés dans un délai rapide par des exploitations minières.

Les premiers essais de laboratoire semblent assez favorables à ce nouveau type d'armatures : la résistance d'un anneau formé de tels panneaux a dépassé

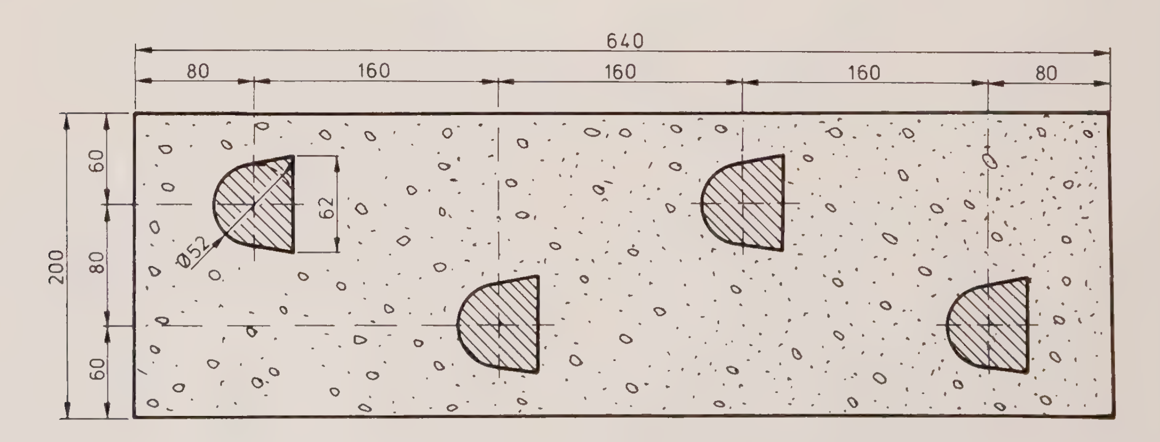


Fig 1 Coupe d'un panneau montrant la forme
et l'emplacement des quatre barres en fonte ductile

le 50 % la résistance d'un anneau formé de panneaux habituels. Ces essais vont être poursuivis avec les armatures semblables formées de 4 barres d'une section équivalente à celle des barres rondes de 62 mm de diamètre ; ces panneaux devraient offrir une résistance 38 % encore plus élevée que les essais précédents.

Manutention des panneaux

Des essais sont en cours pour étudier de nouvelles tubulures pour la manutention des panneaux. La tubulure actuelle, qui est métallique, est composée d'un tube et d'un écrou soudés ensemble. Ce système présente les inconvénients suivants :

— danger de décentrage entre l'axe de l'écrou et l'axe du tube ;
— si la tolérance concernant le diamètre extérieur des tubes est très faible, il n'en est pas de même pour le diamètre intérieur, de sorte qu'il n'est parfois pas possible d'introduire dans cette tubulure la tige de manutention des panneaux qui a été dimensionnée au diamètre maximum ;
— ces tubages métalliques sont sujets à la rouille.

On voudrait remplacer cette tubulure métallique par une tubulure en matière plastique en une seule pièce. Une première série d'essais a été effectuée avec un tube en matière thermoplastique de type Artacetal (fabriqué par du Pont de Nemours).

Des essais en vue de mesurer la résistance à l'arrachage de ces tubages pour les extraire de leur logement, alors qu'ils sont noyés dans des blocs de béton, ont donné une résistance de 16 à 19 t, ce qui est suffisant pour manutentionner des pièces pesant une tonne. Rappelons que la résistance à l'arrachage des tubulures métalliques actuelles est de 50 t.

Le prix d'un tube métallique est de 80 FB, tandis que le tube en plastique ne coûte plus que 34 FB ; dans les mines de Campine, le remplacement des tubes métalliques par des tubes en matière plastique entraînerait donc une économie d'environ 10.000 FB/jour ou 2 millions FB/an.

Résistance des planchettes en bois ou lin comprimé en fonction du temps

Dans un siège de Campine, un bouveau circulaire avec revêtement en claveaux de béton séparés par des planchettes en bois comprimé est resté 8 ans sans aérage, l'entrée du bouveau étant barrée par un grillage.

Lorsqu'on a rouvert cette galerie, on a constaté que, sous l'effet de l'humidité et de la chaleur (28°C), les planchettes s'étaient réduites en poussières, ce qui a occasionné des éboulements atteignant 6 m de hauteur ; ce bouveau était resté pratiquement sec.

Devant l'ampleur des dégâts, il n'a pas été possible de remettre ce bouveau en ordre et l'on a préféré en creuser un nouveau.

1112. *Forage des trous de mines*

En ce qui concerne la mécanisation du travail de foration, trois types de jumbos ont été mis à l'essai en 1975 :

— un jumbo avec foration entièrement pneumatique ;
— un jumbo avec foration partiellement pneumatique et partiellement hydraulique ;
— un jumbo avec foration entièrement hydraulique.

a) *Jumbo à foration entièrement pneumatique*

Parmi les nombreux jumbos à foration entièrement pneumatique, le choix pour un premier essai s'est porté sur un jumbo Tamrock de la firme finlandaise Tampella. Ce jumbo est équipé de deux bras avec marteaux-perforateurs de 89 kg ; le prix d'achat est de 2.460.000 FB.

Ce jumbo a été mis à l'essai dans des bouveaux circulaires avec revêtement en panneaux au siège Eisden d'abord, puis au siège Zolder, chaque fois durant 3 mois.

Au siège Eisden où avant l'introduction de ce jumbo, l'ensemble des 50 trous de mines d'une passe de 2,40 m était foré en 99 min au moyen de 3 marteaux-perforateurs Atlas-Copco, de type BBD 90, le jumbo Tamrock a permis de réaliser le forage d'une volée de 3,20 m en 84 min (ce qui permet d'estimer à 66 min la durée de forage d'une passe de 2,40 m). Le gain de temps du forage proprement dit dépasse 30 % ; il faut tenir compte en plus d'une économie bien plus importante en personnel, car la foration est effectuée par un seul ouvrier aidé parfois par un manœuvre. Durant l'essai du jumbo, l'avancement réalisé dans ce bouveau (en faisant abstraction de la traversée d'une zone dérangée) a été de 4,24 m/jour.

Au siège Zolder, l'introduction du jumbo Tamrock a permis de réduire la durée totale de forage d'une volée de 2 m de 90 min (avec 3 marteaux-perforateurs Atlas-Copco BBD 91), en un temps compris entre 60 et 70 min. Dans les mêmes terrains (schistes tendres), la vitesse instantanée de forage a été de :

— 1,10 m/min, avec les marteaux-perforateurs sur pousseurs ;
— 1,91 m/min, avec le jumbo et taillant simple burin de 38 mm de largeur ;
— 2,20 m/min, avec le jumbo et taillant en croix de 44 mm de diamètre.

Rappelons cependant qu'au siège Zolder, le travail de creusement des bouveaux en panneaux a été cyclé en une volée de 1,35 m/poste. Or, l'introduction du

jumbo impose la foration d'une volée de 2 m au moins, ce qui ne peut être réalisé actuellement en un seul poste. Cette absence de régularité dans les cycles a entraîné une diminution de l'avancement moyen journalier, qui a été de 3,60 m (au lieu de 4 m sans jumbo) et cela malgré un temps de forage plus court.

En ce qui concerne le jumbo proprement dit, il faut signaler que :

— le démontage et le montage sont très aisés (en un poste avec 4 ouvriers) ;
— aucun incident mécanique ne s'est produit durant les 6 mois d'essais ;
— la stabilité de ce jumbo, monté sur rails, est très bonne ;
— la formation du personnel a été très rapide (après 2 postes, le machiniste maîtrisait très bien les divers mouvements du jumbo).

Dans cette classe de jumbos, il en existe équipés de marteaux-perforateurs de 120 kg, ce qui permettrait d'accélérer encore légèrement la vitesse instantanée de foration.

D'un autre côté, cette classe d'appareils de forage comprend aussi des jumbos légers, tels que ceux livrés par la firme Meudon. Plusieurs améliorations ont été apportées aux premiers jumbos Meudon mis en service il y a quelques années dans les mines belges. Le prix d'un tel jumbo à deux bras équipés de marteaux-perforateurs de 45 kg est d'environ 1.000.000 FB. Normalement, la vitesse instantanée de forage d'un marteau-perforateur de 45 kg est 50 % supérieure à celle d'un marteau-perforateur habituel de 30 kg.

b) *Jumbo à foration pneumatique et hydraulique*

Un jumbo Sig, de fabrication suisse, équipé de 2 bras avec marteaux-perforateurs à commande pneumatique pour la frappe et à commande hydraulique pour la rotation, a été mis à l'essai dans un bouveau à panneaux au siège Zolder en novembre 1975. Ce jumbo Sig coûte 3.620.000 FB.

La consommation d'air comprimé des marteaux Sig n'est ici que de 7 m^3/min contre 9 m^3/min pour les marteaux-perforateurs Tamrock essayés.

Le montage de l'appareil a été plus difficile et a pris 4 postes avec un personnel comprenant 2 monteurs de la firme et 3 ouvriers du siège.

Les essais n'étant pas terminés, il n'est pas encore possible de tirer des conclusions définitives. Signalons cependant que jusqu'à présent le forage a souvent été interrompu par des pannes mécaniques et que la commande simultanée de deux bras n'est pas facile ; les divers mouvements semblent aussi être plus lents que sur d'autres jumbos.

Ce jumbo Sig n'a pas pu être mis à l'essai dans le même bouveau que le Tamrock, car le bouveau devant changer de direction, il n'était guère recommandé de faire l'essai dans un tournant. Dans le chantier où le Sig est essayé, le terrain est un peu plus dur et la pression d'air comprimé plus faible.

Dans les mêmes terrains (relativement durs), la vitesse instantanée de forage a été de :

— 0,51 m/min avec les marteaux-perforateurs Atlas-Copco sur pousseurs ;
— 0,87 m/min avec le jumbo Sig et taillant simple burin de 38 mm de largeur.

c) *Jumbo à foration hydraulique*

Un jumbo Montabert, de type Pantofore à commande entièrement hydraulique, a été mis à l'essai en septembre 1975 dans une descenderie à travers-bancs au siège Beringen. Ce jumbo n'est équipé que d'un seul bras avec un marteau-perforateur H 45.

Bien que ce jumbo n'ait pas été mis dans un bouveau revêtu de panneaux, nous considérons que, s'il donne satisfaction dans cette descenderie, on pourrait envisager l'emploi d'un jumbo à 2 bras de foration dans un tel bouveau.

La descenderie est creusée avec une pente de 26 % : elle a une section de 16 m^2 et est revêtue de rails de remploi cintrés, venant prendre appui sur des longrines et des montants en bois. Le chargement des déblais est assuré par une chargeuse à pinces de homard de type 2 PNB 2.

Avant l'introduction du jumbo, le forage était effectué au moyen de 2 marteaux-perforateurs Atlas-Copco BB X montés sur pousseurs avec un personnel de 4 hommes. L'avancement moyen atteignait environ 1 m/jour en 3 postes, avec un personnel à front de 4 hommes par poste. Cet avancement réduit était dû en partie à de nombreux renversements de cadres, difficiles à serrer au terrain, lors des tirs.

Or, le jumbo Pantofore assure une meilleure précision dans le forage, ce qui réduit le risque de renversement des cadres. En effet, à partir d'un plan de tir bien étudié, il est possible de positionner exactement chaque trou en amenant successivement devant un curseur le numéro d'ordre du trou inscrit sur deux réglettes, l'une pour le mouvement de rotation et l'autre pour le mouvement de déplacement du bras.

Ce type de jumbo impose un plan de tir avec mines plus ou moins parallèles, donc avec un bouchon canadien, constitué ici par un trou de 102 mm de diamètre.

Ce jumbo devrait permettre d'augmenter notablement l'avancement et de réaliser un cycle de 2,70 m en 3 postes par jour. Actuellement, on y réalise des avancements moyens de 2,15 m/jour.

La vitesse instantanée de forage est de :

— 2,57 m/min, avec un fleuret de 38 mm de diamètre ;

– 1,50 m/min, avec un fleuret de 102 mm de diamètre.

La durée totale de la foration d'une passe complète » 2,70 m, avec un personnel de 2 hommes, est de 38 min avec le Pantofore ; avec les marteaux-perrateurs BB X, la durée totale de la foration d'une isse complète de 2 m, avec un personnel de 4 ommes, est de 155 min.

En ce qui concerne le jumbo hydraulique Montaert, un seul incident mécanique (dû à une fuite huile au réducteur moteur-pompe) s'est produit urant les trois premiers mois de l'essai. La réduction u bruit est aussi un avantage important à porter à actif de cet appareil. La formation du personnel a ussi été très rapide.

Il faut signaler ici qu'entretemps plusieurs autres mes ont mis au point aussi des jumbos avec maraux-perforateurs à commande hydraulique.

Jumbo équipé de perforatrices rotatives

Pour être complet, il faut signaler que la firme Sema vient de mettre en service des jumbos à mmande hydraulique, mais équipés de perforatris rotatives. Ces perforatrices produisent encore oins de bruit que les marteaux-perforateurs à mmande hydraulique.

Un tel jumbo est en service depuis un an aux ouillères de Lorraine où il donne entière satisfaction. est équipé de 2 bras et a une largeur de 1,50 m. La oussée exercée sur la perforatrice peut atteindre 500 kg et le couple peut atteindre 10 kgm. La esse instantanée de forage en grès est d'au moins 2 /min. Pour éviter un manque de régularité de trou, vitesse de forage a été limitée à 3 m/min. L'introiction de ce jumbo a permis d'augmenter l'avanceent de 20 % et le rendement de 45 % (équipes duites à 3 hommes).

13. *Chargement des déblais*

Le chargement des déblais constitue cependant ujours le frein principal dans l'augmentation souitée de la vitesse de creusement des bouveaux en nneaux.

Dans ce cas, ce n'est pas tant le chargement proment dit des déblais qui pose un problème, mais utôt l'évacuation des pierres qui doit être rendue ntinue. Plusieurs essais ont été effectués dans ce t, mais sans résultat appréciable.

Plusieurs essais d'évacuation continue des déblais t été effectués, le chargement des déblais étant suré par une chargeuse à pinces de homard sur quelle l'engin de pose du soutènement était fixé.

Dans un premier essai, l'évacuation continue des blais était assurée par un convoyeur à courroie spendu à deux rails et dont la longueur (200 m) est suffisante pour glisser sous le convoyeur l'ensemble des berlines nécessaires pour l'évacuation des pierres d'une volée complète. La suspension d'un long convoyeur à deux rails crée de nombreux problèmes, dont certains sont difficiles à résoudre.

Dans ce premier chantier, la présence persistante de bancs épais de grès dur n'a malheureusement pas permis de réaliser l'avancement souhaité de 2 m/poste avec un personnel de 4 hommes, par suite de la durée trop longue de l'opération de forage.

Le deuxième essai a été effectué dans un bouveau, situé à l'extrémité d'une descenderie où un convoyeur à courroie suspendu aussi, mais d'une longueur plus courte (40 m), déverse les déblais sur un convoyeur à raclettes posé sur la sole de la galerie. Celui-ci les déverse à son tour sur les convoyeurs à courroie placés en série pour ramener les déblais en haut de la descenderie.

Comme le raillage a été supprimé dans la descenderie et dans le bouveau de creusement, le transport des panneaux s'effectue au moyen d'un troisième monorail.

Après avoir résolu toute une série de problèmes, le siège Zolder a réalisé plusieurs fois des avancements de 6 m/jour ; ce chantier est toujours en service.

Les troisième et quatrième essais ont été effectués au siège Eisden où les déblais déversés par le convoyeur de la chargeuse à pinces de homard tombaient sur un convoyeur à raclettes placé d'abord le long d'une paroi, puis suspendu à un monorail ; ces déblais étaient ensuite déversés en berlines. Malgré de nombreuses améliorations, cette méthode a été abandonnée.

Comme suite à ces essais, qui n'ont réussi que dans un cas particulier, on étudie d'autres méthodes, comme par exemple les wagons-navettes Hägglunds ou Salzgitter, montés sur rails, ce qui permettrait de supprimer les inconvénients dus aux convoyeurs intermédiaires.

Dans la solution Hägglunds, les déblais chargés à front par une chargeuse quelconque (à godet, à pinces de homard, ...) sont déversés sur le wagon-trémie qui a une capacité de 11,5 m³ et qui est généralement rempli dans un temps compris entre 12 et 14 minutes. Lorsque le wagon-trémie est plein, la vitesse du convoyeur à raclettes placé au fond du wagon-trémie est augmentée et les déblais sont dirigés vers le wagon-navette qui est entièrement chargé en 2 min environ.

Pendant qu'on recommence le chargement du wagon-trémie, le wagon-navette va déverser les déblais à une station située bien en arrière du front. Comme le siège Zolder doit creuser un bouveau de 2 km de longueur à partir d'un burquin, le wagon-navette déverserait directement les déblais à l'orifice

supérieur de ce burquin. La distance à parcourir par le wagon-navette varierait donc de 100 m au début du chantier à plus de 2 km en fin de chantier.

Dans la solution Salzgitter (fig. 2), les déblais sont déchargés sur le premier wagon d'un train qui peut en comporter 20 au maximum (soit une capacité de 40 m³ de déblais). Le premier wagon comporte un court convoyeur à raclettes se mouvant à une vitesse de 0,7 m/s. Celui-ci déverse les déblais vers un convoyeur unique, placé au fond des autres wagons articulés les uns aux autres, ce qui permet de remplir au fur et à mesure les wagons en commençant par le dernier du train. Avec une chargeuse Salzgitter, de type HL 500 ou 600, les 40 m³ du train sont chargés entre 20 à 35 min. Il n'est malheureusement pas possible pour l'instant d'avoir un train ayant une ca pacité d'emmagasinement supérieure à 40 m³, ce qu est gênant, car le volume de pierres à déblayer pa volée de 2 m est de 35 à 50 m³.

En ce qui concerne le chargement des déblais, s gnalons que la firme suédoise Hägglunds a mis a point une chargeuse Häggloader montée sur rail ayant une capacité de chargement élevée, de l'ord de 2 m³/minute.

On espère pouvoir adapter les bras de scrapage d cette machine à la forme arrondie de la sole de l galerie, ce qui permettrait de charger la totalité de déblais sans devoir recourir au grappin. Les bras di gent les déblais sur un convoyeur à raclettes.

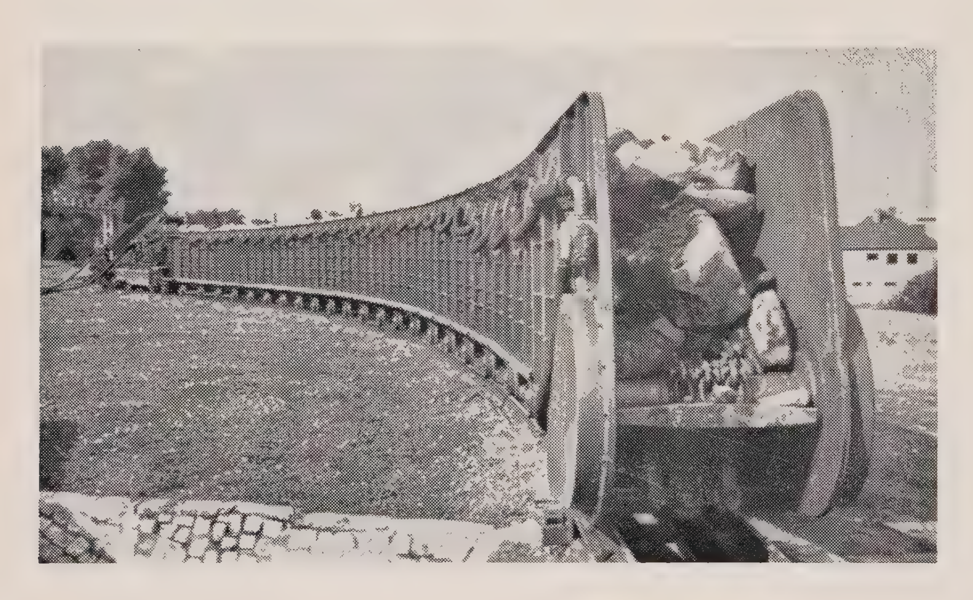


Fig. 2 : Train-bunker Salzgitter B 24

112. *Galeries en veine*

1121. *Creusement mécanisé des traçages*

a) *Machine à attaque ponctuelle PK9*

La machine à attaque ponctuelle PK9 a creusé un total de 1.720 m de traçages de fin juin 1972 à fin janvier 1975, soit en 31 mois.

La PK9 a été envoyée à l'usine Rheinstahl pour être revisée et améliorée ; ce travail est effectué en collaboration avec les services techniques du siège Winterslag et des firmes Rheinstahl et Halbach und Braun.

Dans ses grandes lignes, ce travail comprend :

- une révision complète de la machine ;
- la commande séparée des pinces de homard et du convoyeur central (ce qui facilitera le découpage au marteau-piqueur de gros blocs de roches coincés dans le couloir d'évacuation des déblais) ;
- le remplacement du convoyeur soviétique par u convoyeur Ekfo de la firme Halbach und Brau (un convoyeur soviétique coûte 200.000 FB est usé après le creusement de 270 m de galeri en moyenne) ;
- l'allongement de la queue de déversement d convoyeur de 4,50 m environ ;
- l'amélioration des haussettes situées à l'avant d convoyeur du côté du plateau de chargement de déblais (plateau mobile dans le plan vertical dans le plan horizontal) ;
- la remise à neuf du circuit électrique avec u nouveau coffret de commande Siemens ;
- la révision complète du circuit hydraulique ave de nouvelles pompes ;
- la commande hydraulique des chenilles, ce q permet de supprimer les moteurs électriques s tués très près du mur de la galerie ;
- la commande à distance de la machine au moye de conducteurs à fils.

Le coût total de cette révision et de ces amélior tions dépasse 2 millions de FB. Le retour de la m

hine modifiée au siège est prévu pour le mois de évrier 1976.

En dehors de ces modifications, on compte essayer uatre types de tambours équipés de pics soviétiues, de pics Hoy, de pics Hall and Pickles et de pics utoaffûtants en forme d'obus. La disposition des ics a été modifiée et le nombre de pics a été augnenté

Grâce à l'ensemble des modifications prévues, on spère pouvoir réaliser des avancements de 12 à 15 n/jour.

) *Machines à attaque ponctuelle Dosco*

En ce qui concerne les 4 machines à attaque poncuelle Dosco de type MK2A, en service au siège Bengen, les avancements réalisés sont actuellement de m/jour, au lieu de 10 m/jour auparavant.

Si les avancements ont été diminués, il n'en est pas e même des rendements réalisés. Les avancements e 10 m/jour étaient réalisés auparavant avec un ersonnel total de 28 à 30 Hp/jour, tandis que les vancements actuels de 8 m/jour sont réalisés avec n personnel total de 15 Hp/jour, y compris l'évauation des déblais, la mise de ceux-ci en berlines, le ansport du matériel, l'entretien des machines, la ose des convoyeurs, des tuyauteries et des canars 'aérage.

Dans un de ces chantiers où la machine Dosco ne ouvait pas découper économiquement un banc de rès dur, quelques essais d'abattage ont été effectués ı moyen de pics (de même forme et dimension) à arbure de tungstène, frettés de poussières de diaıant (le pourcentage de diamant était de 15 %). près avoir découpé 6 m³ de grès en 2 heures, ces ouveaux pics étaient, soit débrasés, soit cassés, soit omplètement usés. Les essais vont être poursuivis n rendant les plaquettes moins fragiles. Pendant le avail de coupe, ces pics à poussières de diamant ont û être refroidis au moyen d'une lance d'arrosage ıpplémentaire, le débit des pulvérisateurs habituels ant insuffisant.

Dans un autre chantier, une machine Dosco a été ise en service pour le deuxième recarrage d'une escenderie fortement détériorée par le passage d'u- taille. Cette descenderie a d'abord été boulonnée, uis recarrée une première fois au moyen de cadres ıtrés en rails prenant appui sur des montants en ois. Les avancements réalisés grâce à l'utilisation de Dosco sont de 2,40 m/jour en 3 postes avec 4 ommes par poste au lieu de 0,40 m/jour avant ntroduction de la Dosco.

En 1975, comme suite à la décision de diminuer le ombre d'exploitations rabattantes, le taux d'utilisan des machines Dosco a été nettement plus faible e les années précédentes. Ces machines sont d'ailleurs souvent utilisées pour le creusement de courtes galeries en travers-bancs (ce qui réduit l'avancement réalisé) et pour le creusement de galeries de reconnaissance. En 1975, ces machines ont creusé un total de 1.252 mètres répartis sur 5 chantiers.

c) *Lutte contre l'empoussiérage dû aux machines à attaque ponctuelle*

En ce qui concerne la lutte contre les poussières dues aux machines à attaque ponctuelle, quelques campagnes de mesures ont été effectuées dans des chantiers équipés du dépoussiéreur d'origine soviétique livré avec la PK9 et des dépoussiéreurs Microdyne Joy.

L'efficacité gravimétrique du dépoussiéreur soviétique pour l'arrêt des poussières respirables varie de 50 à 73 % suivant la teneur en cendres des poussières ; par contre, l'efficacité gravimétrique des dépoussiéreurs Microdyne Joy utilisés avec un matelas en laine de verre atteint 93,5 %.

L'efficacité globale gravimétrique du dépoussiéreur soviétique varie de 70 à 95 % et celle du Microdyne est de 98,8 %.

1122. *Creusement mécanisé des voies de chantier. Utilisation de brise-roches*

En Grande-Bretagne et en Allemagne, des brise-roches sont couramment utilisés pour le creusement des voies de chantiers liées à des tailles chassantes.

Ce creusement peut s'effectuer, soit à hauteur du front de taille, soit quelques mètres en arrière du front de taille, ce qui constitue ce que l'on appelle le bosseyement dans le toit. Dans le premier cas, le problème du chargement et de l'évacuation des déblais doit encore être résolu.

L'adoption d'un tel engin pose un double choix : d'une part, le marteau brise-roches et, d'autre part, l'engin porteur qui peut ou non comprendre un engin de chargement des déblais.

Tout comme dans le cas des essais en carrière, il existe une limite dans la résistance des roches que les brise-roches actuels ne peuvent dépasser sans rendre le procédé trop lent, et donc non rentable. En Grande-Bretagne et en Allemagne, on utilise généralement pour l'instant des brise-roches Krupp HM 600 et Gullick, après avoir essayé il y a quelques années des brise-roches Shand, Fluicon et Hobgoblin.

Les performances de ces brise-roches sont reprises en détail dans un article qui a paru récemment dans les Annales des Mines de Belgique (1).

---

(1) Utilisation des brise-roches dans les carrières. *Annales des Mines de Belgique*, 1975, juin, p. 557 à 619

Les engins porteurs suivants sont principalement utilisés : Macol, Hausherr, Salzgitter, Gullick.

Certains brise-roches sont suspendus à deux monorails fixés en couronne du soutènement, ce qui libère entièrement la sole de la galerie. Une vingtaine de ces engins sont en service actuellement en Grande-Bretagne. Ce type de brise-roches ne se prête malheureusement pas bien à un soutènement par cadres en rails de remploi (donc irrégulièrement usés), s'appuyant sur des longrines en bois par l'intermédiaire de sabots, dont la stabilité latérale n'es peut-être pas suffisante.

La firme Gullick a mis au point une machine montée sur chenilles (fig. 3) ou sur bases marchantes équipée du brise-roches conçu et construit par Gullick. Les premières machines, livrées en Grande-Bretagne, n'étaient pas équipées d'un engin de chargement, les déblais y étant généralement envoyés dans l'arrière-taille. Afin de pouvoir vendre ces machines sur le continent, on les a équipées d'un deuxième bras mobile à l'extrémité duquel a été fixé un godet à déversement latéral permettant d'alimenter un convoyeur.

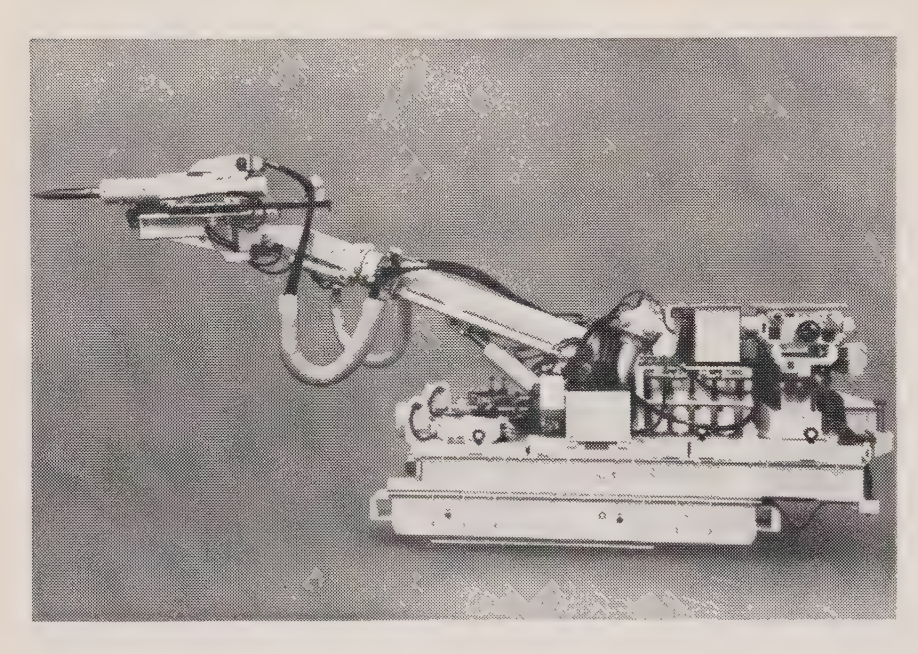


Fig. 3 : Machine Gullick sur chenilles équi[pée] d'un brise-roches de même fabrication (poids total de 22 t)

La firme Hausherr a livré à ce jour dans les mines allemandes quatre bosseyeuses équipées de brise-roches et montées sur chenilles ; les déblais sont chargés par un engin auxiliaire.

La firme Salzgitter a mis aussi au point des brise-roches pour bosseyement ; deux de ces machines doivent être livrées prochainement.

Il existe aussi plusieurs brise-roches utilisés pour le creusement de traçages, mais il semble que les avancements réalisés à ce jour dans ces galeries en pleine section ne sont pas encore satisfaisants.

12. *PREVISION ET MAITRISE DES DEFORMATIONS DANS LES OUVRAGES MINIERS*

Entretien des galeries liées à des exploitations chassantes ou rabattantes

En ce qui concerne le traitement des épontes et du charbon des tailles et des voies de chantier, les études et les essais suivants ont été effectués en Belgique :

— injection de résine Progil F 22 U, le long des voies de chantier et en taille ;
— injection de silicate en taille et dans les voies ;
— injection de polyuréthane en taille et aux jonctions taille-voie ;
— pose de boulons en bois scellés au moyen d[e] cartouches de polyuréthane ;
— injection d'un liant magnésien dans les voies d[e] chantier ;
— pompage d'un mélange de calcaire-ciment, d'u[ne] part, et d'anhydrite, d'autre part, pour const[i]tuer un garnissage autour d'un soutènement pa[r] cadres cintrés.

Voici quelques détails sur certains essais en cours

121. *Injection de polyuréthane*

Au siège Waterschei, des injections de polyuréthane ont eu lieu dans plusieurs exploitations chassan-s, principalement en tailles, en zones faillées et aux nctions taille-voie.

Nous avons eu l'occasion d'en parler en détail dans rapport précédent.

La technique s'est largement développée aux jonc-ons taille-voie et, actuellement, environ les 3/4 des nantiers du siège sont traités de cette façon.

Les points suivants sont à signaler :

- L'injection d'un trou consomme en moyenne pour 4.000 FB de produits et entraîne des frais de main-d'œuvre d'environ 2.000 FB, soit 6.000 FB par trou ou 2.000 FB/m de voie, les trous étant espacés de 3 m.
- Le produit ne peut être utilisé dans des trous humides, ce qui oblige les ouvriers à forer les trous à sec.
- D'autre part, le matériel de pompage demande beaucoup de soins. Les pompes Turmag et les tuyauteries doivent être soigneusement rincées et entretenues après chaque injection. En pratique, chaque pompe doit remonter en surface une fois par mois en moyenne par suite de bouchage ; on y opère un échange standard de cylindre qui est envoyé en Allemagne pour être remis en ordre.
- D'après de nombreuses observations, l'effet de collage de polyuréthane semble moins bon quand les bancs sont épais ou très minces.

De nombreux chronométrages indiquent que l'utiisation de polyuréthane à la jonction taille-voie a ermis de gagner 3 à 4 Hp/jour pour un avancement noyen de la taille de 2 à 3 m/jour. Le gain en frais de nain-d'œuvre, qui est de 5.000 F par mètre de voie, lépasse donc le coût de l'injection de polyuréthane ui est de 2.000 F par mètre de voie. Le gain est donc l'environ 3.000 F par mètre de voie.

122. *Introduction de polyuréthane sous forme de cartouches*

Dans plusieurs sièges, on a utilisé le polyuréthane ous forme de cartouches introduites dans des trous orés dans le charbon à front de taille. L'introduction ar rotation d'un boulon en bois pulvérise l'envelope des cartouches et le mélange des produits assure a polymérisation du polyuréthane. Ce procédé, qui oûte moins cher que l'injection, est utilisé surtout en ouches épaisses pour éviter le délavage du front de aille.

Des essais sont en cours actuellement dans un montage en couche épaisse à Waterschei où, avant l'introduction des cartouches, les parois en charbon ne tenaient pas bien et s'effritaient. Dès le début des essais, on a pu constater une amélioration de la tenue des parois.

123. *Essais d'injection d'un liant magnésien*

Des essais de liant magnésien et de polyuréthane ont été effectués dans la même voie pour assurer un meilleur comportement de la jonction taille-voie.

Le prix payé pour les matières premières a été de 3.450 FB par trou pour le liant magnésien et de 4.000 FB par trou pour le polyuréthane. Les frais de main-d'œuvre ont été les mêmes pour les deux matériaux, mais il faut tenir compte du fait que le matériel d'injection du liant magnésien coûte six fois plus cher que celui du polyuréthane.

Dans ce premier chantier, les essais de liant magnésien n'ont pas donné satisfaction, tandis que le polyuréthane a donné entière satisfaction.

Après le passage de la taille, on a constaté que certaines fissures étaient bien remplies mais que, par contre, d'autres étaient restées vides. Le liant magnésien n'a pas collé au terrain et il y eut un retrait important, ce qui n'est pas normal dans le cas de ce produit ; il semble que l'on ait utilisé un oxyde de magnésie qui avait perdu certaines propriétés (la durée de conservation de ce produit est en effet limitée dans le temps).

Nous avons fait effectuer au Steinkohlenbergbauverein quelques essais comparatifs de résistance à la flexion de prismes de roches provenant de ce chantier de Waterschei. Dans chacun de ces essais, deux prismes de roches ont été collés ensemble au moyen de liant magnésien ou de polyuréthane, l'épaisseur de ce joint était de 1 cm. D'après les essais, la résistance du liant magnésien serait supérieure de 10 à 20 % à la résistance du joint en polyuréthane.

124. *Injection de résine Progil à base de formol*

Plusieurs injections de résine F 22 U ont été effectuées dans divers chantiers ; parmi ces essais, citons celui effectué dans une taille au siège Roton.

Cette taille, d'une ouverture de 0,80 m à 1,20 m, avançait de 2 m/jour en 2 postes avec un rendement taille de 27 t/Hp.

Depuis quelques mois, la taille est traversée par une zone dérangée de 30 m de largeur environ où l'épaisseur du charbon atteint par endroits 4 m de hauteur. Le passage de cette zone (queuwée) ralentit fortement le travail des abatteurs, abaissant le rendement taille à 7,5 t/Hp (soit 4 fois moins qu'avant). Des essais d'injection sont en cours pour consolider la paroi de charbon de 4 m de hauteur et faciliter ainsi le travail d'abattage et de soutènement.

Au début des essais, le siège pensait ne traiter que la partie supérieure de la couche et abattre au rabot la moitié inférieure en laissant le charbon supérieur sur place. Ce but n'a pu être atteint.

Le charbonnage n'a traité alors que le haut de la couche et le bas-toit très friable qui tombait avec le charbon. Grâce à ces injections, le bas-toit est resté collé au haut-toit, ce qui facilite beaucoup le travail des ouvriers et a permis d'augmenter le rendement.

Ce produit présente l'inconvénient de se dessécher assez rapidement lorsqu'il est soumis à un courant d'air.

125. *Essais d'injection de silicate*

Des essais d'injection de silicate ont lieu actuellement dans plusieurs sièges du bassin de Campine. Les résultats semblent favorables.

Le silicate a aussi une durée de vie moins longue que le polyuréthane. Le prix du silicate est le tiers du prix du F 22 U (prix du silicate : 10 F/kg).

Parmi les essais effectués, citons la traversée de failles par des bouveaux aux sièges Beringen, Zolder et Waterschei.

Un problème qui n'est pas encore bien résolu est celui du dosage exact des produits (82 kg de silicate et 12 kg de durcisseur 700). Les services techniques des Houillères du Nord de la France mettent au point une pompe doseuse dont les premiers essais semblent satisfaisants.

126. *Garnissage de cadres*

Comme suite aux essais favorables effectués en Allemagne et à Monceau-Fontaine, il a été décidé d'effectuer un nouvel essai de garnissages envoyés par pompage derrière un revêtement par cadres.

Il est inutile de revenir sur les nombreux avantages offerts par ce garnissage continu qui supprime tout contact ponctuel entre le revêtement et le terrain et qui répartit les charges sur tout le pourtour des cadres.

Le chantier qui a été choisi est un tronçon d'une descenderie de 500 m de longueur devant relier deux étages du siège Waterschei ; la pente est de 15° a début, puis de 8°. La première partie de la descend rie est en travers-bancs et se trouve au-dessus d'ur ancienne exploitation qu'elle atteint progressiv ment, tandis que la deuxième partie suit cette couch de charbon dans un quartier où celle-ci n'est pa encore exploitée.

Les cadres TH sont espacés de 75 cm et sont garn au moyen d'un treillis métallique avec toile en plast que et de baguettes métalliques.

On utilise pour l'instant une pompe Meynadie bien que l'on envisage prochainement l'emploi d'un pompe Mixokret.

Quelques dizaines de mètres de galeries ont ét garnis au moyen d'un mélange de calcaire (0-6) et d ciment, l'eau étant ajoutée à hauteur de la lance d projection. Cependant, la pompe Meynadier n possédant pas de malaxeur, le mélange calcaire-ci ment devait s'effectuer sur un plancher, ce qu nécessitait deux pelletages (de la berline vers le plan cher et ensuite du plancher vers la pompe).

Afin de supprimer l'un des deux pelletages, le mélange calcaire-ciment a été remplacé par de l'an hydrite naturelle (malgré un coût très élevé : 1.400 FB/t) ; le débit obtenu est de 6 à 7 m³/h.

On envisage d'utiliser plus tard une pompe Mixo kret qui, grâce à un malaxeur incorporé, permettrait de réutiliser le mélange calcaire-ciment dont le prix d'achat est nettement moins élevé.

Depuis l'utilisation de ce garnissage pompé, on a constaté une belle amélioration de la tenue de la galerie et une meilleure consistance des bancs de roches à front de la descenderie.

127. *Edification d'épis de remblai le long des voies de chantier*

L'édification mécanique d'épis de remblai en bordure des voies de chantier se développe en Grande-Bretagne, principalement en utilisant du charbon mélangé à de la bentonite et du ciment, tandis qu'en Allemagne, on utilise de l'anhydrite.

L'anhydrite naturelle étant d'un prix d'achat très élevé, du moins en Belgique, on envisage l'utilisation de sable de calcaire qui, aggloméré à du ciment, peut donner un produit très résistant. Les premiers essais de laboratoire sont favorables. C'est ainsi qu'un mélange comportant 2/3 de calcaire fin et 1/3 de ciment donne une résistance à la compression de 330 kg/cm², après 2 jours, et de 530 kg/cm², après 7 jours.

On étudie actuellement le moyen de mettre ce mélange calcaire-ciment en place. Nous avons déjà essayé une pompe Schwing (K5P5), un éjecteur Höl-

r (RK 90) et une pompe Meynadier (GM 52). On a ilisé 100 kg de ciment normal par m³ de calcaire, ec un rapport ciment/eau de 3.

Le grand problème avec ces pompes est l'obtention ı mélange parfait des deux produits ; les petits maxeurs des pompes Schwing et Meynadier sont inffisants pour obtenir un produit homogène.

Avec l'éjecteur Hölter, le produit se colle progresvement contre les parois des tuyauteries créant à la ngue un bouchon.

Nous allons essayer prochainement une pompe ixokret qui possède un malaxeur capable de élanger intimement le calcaire et le ciment.

128. *Problème du soufflage dans les traçages*

De très nombreux essais ont déjà été effectués pour itter contre le soufflage du mur des galeries ; ces ssais ont été effectués dans les divers pays de la ommunauté.

Pour notre part, nous avons essayé de boulonner le ıur au moyen de broches métalliques et en bois, sur ne profondeur de 2,40 m. Nous avons aussi injecté le mur jusqu'à une profondeur de plus de 2 m, mais toujours sans résultat satisfaisant.

Ces essais indiquent qu'il faut traiter le mur jusqu'à une profondeur dépassant largement 2,40 m.

Nous nous proposons de rechercher l'allure du foisonnement à différentes profondeurs : de 1 à 6 m ou même plus, au moyen d'élongamètres, afin de voir à quelle profondeur il faudrait s'ancrer pour lutter contre le soufflage.

Une cause de soufflage dans les voies non encore influencées par le passage d'une taille doit être attribuée à l'eau provenant des travaux de creusement. Dans le cas du creusement au moyen d'une Dosco, on projette 2 m³ d'eau par mètre d'avancement, dont une partie est reprise avec les déblais ; dans le cas de forage, la quantité d'eau utilisée est plus faible et est de 0,25 à 0,5 m³ par mètre de galerie.

Pour tâcher de diminuer la pénétration de l'eau dans les terrains, nous pensons effectuer des essais d'injection de résine acrylique qui a l'avantage de gonfler en présence d'eau et de rendre ainsi le mur imperméable.

Le coût d'un rabassenage effectué à Beringen au moyen d'une machine Hausherr peut être estimé à 1.500 FB/m uniquement en ce qui concerne les frais de main-d'œuvre (6m/poste à 3 Hp).

13. *GRISOU ET AERAGE*

131. *Maîtrise du dégagement grisouteux*

311. *Prévision des dégagements grisouteux*

Mesures de concentration

Le tableau I donne la liste des mesures de la concentration effectuées par la méthode directe du Cerchar.

Stratigraphies

Au cours des relevés dans les sondages, la précision de la sonde SR-4 du Cerchar (à rétro-diffusion de rayons γ) par rapport au carottage est restée comprise entre :

−0,09 et +0,39 % de la mesure, pour les distances à la couche

−16,7 et +19,6 % de la mesure, pour les puissances des couches.

Ces résultats sont normaux si l'on sait que l'écart absolu est quasi constant, puisque cet écart se compare à des longueurs très différentes (20 à 50 m pour les distances ; 0,50 à 1,05 m pour les puissances des veines).

Cependant deux observations importantes s'imposent :

1°) La sonde SR-4 est fort précise lorsqu'on passe d'un charbon pur à une roche pure, ou inversément ;

2°) la précision augmente avec le rapport signal en charbon/signal en roche ;
ce rapport est d'autant plus élevé que le diamètre du sondage est faible :
2,3 pour le diamètre 78 mm utilisé
1,4 si le diamètre passe à 160 mm.

Méthodes de prévision

A mesure de l'augmentation du nombre de prévisions effectuées dans le bassin de Campine, il s'est avéré que la méthode Cerchar convenait mal à ce bassin : sur 10 prévisions, 5 sont contenues dans une fourchette de + 25 % (par rapport aux dégagements obtenus) et 3 seulement dans une fourchette de + 15 %. Aucune autre méthode ne convient à la majorité des cas, encore moins à leur ensemble.

Pour trouver une nouvelle voie de prévision, étant donné le nombre considérable de facteurs d'influence, on procède d'abord à des estimations a posteriori,

Tableau I. — Mesures de concentration

Chantiers		Zone	Concentration (m³/t)
Beringen	63/64 N_1O_5 P_4	vierge	6,08
Eisden	04.89	vierge	6,25
Waterschei	S5.49	vierge	6,02
	S9.50	détendue (1)	1,04
	B9.55	vierge	11,12
		détendue (2)	1,31
	S7.55	≃ vierge (3)	5.71
Zolder	38/61	détendue (4)	4,49

(1) par une exploitation en toit : en couche 49 à 40 m
2 exploitations en mur : en couche 55 à 68 m
2 exploitations en mur : en couche 5B à 97 m
(2) par 3 exploitations en mur : en couches 5B - 59 - 61 respectivement à 35 - 65 - 80 m
(3) une exploitation en toit, en couche 50 à 68 m
(4) par une exploitation en toit, en couche 59 à 28 m

c'est-à-dire que l'on égale au dégagement final l'équation à une inconnue exprimant la prévision. L'inconnue est la hauteur en toit à retenir pour la prévision, si l'on fait les hypothèses suivantes :

1°) Concentration (en grisou) des grès = 1/10 de celle des charbons. Ce n'est peut-être qu'une hypothèse de calcul mais elle a été confirmée par quelques mesures, à l'étranger, sur des grès *grossiers* (≃ 1 m³ grisou/t, alors que pour les charbons de Campine on a 8 à 12 m³/t). En tout cas, elle conduit souvent à des hauteurs en toit acceptables.

2°) 50 m pour l'épaisseur de la zone d'influence en mur. Des mesures en France ont montré qu'au-delà de 50 m en mur, une exploitation détend peut-être encore les terrains, mais ne dégaze plus les couches.
Le taux de dégazage varie comme suit :
— 0 à 20 m en mur : 100 %
— à 50 m en mur : 0 %.

3°) La zone d'influence en toit comporte deux parties :
— une hauteur x (inconnue) à taux de dégazage = 100 %
— une hauteur d, au-dessus de la précédente, à taux de dégazage passant linéairement de 100 à 0 %. En pratique, comme suite à la vérification de quelques tailles, on peut admettre que d = constante (= 25 m par excès).

Lorsqu'on aura vérifié un nombre suffisant de tailles (n), on espère posséder une relation statistique valable entre la prévision que l'on cherche (de hauteur x) et la prévision calculée pour une hauteur x_n (x moyen des n tailles).

On aurait alors une solution pour les tailles *foudroyées en zone vierge et en plateure*. Mais il restera le problème des tailles en zone détendue (une ou plusieurs fois) et des tailles inclinées (dans d'autres pays de la Communauté).

Depuis quelques mois, la question est étudiée par un comité restreint d'experts de la Communauté.

Le tableau II donne les résultats obtenus dans quelques tailles. On voit que la hauteur x est fort variable.

Fig. 4 : Relation (statistique) pour 4 des tailles à captage entre le grisou capté par jour (Mc, moyenne mois) et la surface déhouillée mensuelle (S)

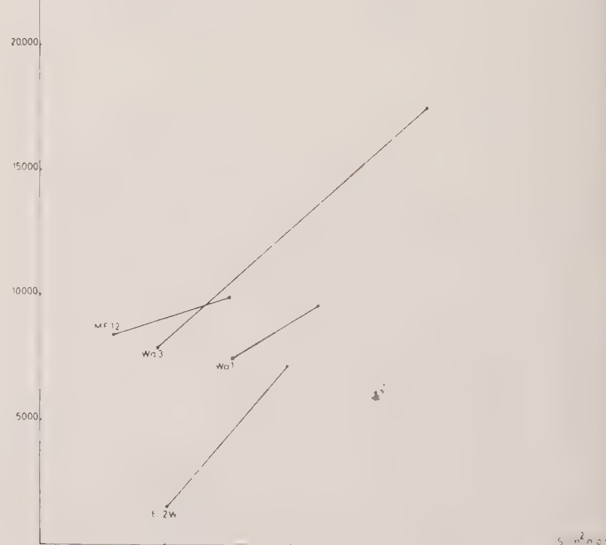


Tableau II. — Prévisions a posteriori

Tailles				x (m)	d (m)
Eisden	03.89	rabattante sur 1 voie	≃ vierge	54,0	8,5
Waterschei	L4.49	chassante	vierge	81,0	23,0
	S5.49	rabattante sur 1 voie	vierge + exploitations latérales	70,0	19,9
	S6.50	chassante	vierge + exploitations latérales	119,5	4,0
	L3.61	chassante	≃ vierge (57 % de la surface déhouillée)	121,0	7,0
Zolder	38/61	chassante	détendue	69,7	3,5
	$64/71_A$	chassante	détendue	54,0	0

1312. *Dégagement de grisou dans les chantiers*

Le tableau III donne les bilans obtenus dans les différentes tailles. Toutes ces tailles sont foudroyées, à part la 63/64 N_1O_5 P_4 (à remblayage pneumatique). Toutes sont chassantes, sauf la 71 N_1 W_4 P_3.

Les dégagements des tailles (m³/jour et m³/t) ont été étudiés en fonction de divers paramètres : surface déhouillée et avancement par jour, nombre de jours travaillés par mois, etc...

Lorsque la surface déhouillée par jour augmente, le dégagement spécifique diminue (comme en fonction de la production mensuelle) ; mais le dégagement journalier (m³/jour) augmente.

Un captage bien fait assainit le courant d'air. En cas de captage, le dégagement total par jour (grisou courant d'air + grisou capté) augmente avec la quantité captée par jour, et on a pu montrer pour 2 tailles qu'il était plus élevé que si l'on n'avait pas capté. La quantité captée par jour augmente avec la surface déhouillée (fig. 4).

Tableau III. — Dégagements spécifiques

Tailles		Zone	Captage c	Dégagement (m³/t)
Beringen	71 N_1 W_4 P_3	vierge		*29,3*
	63/64 N_1 O_5 P_4	vierge		22,7
Eisden	04.89	vierge		*8,2*
Waterschei	L4.49	vierge	c	*74,3*
	L3.61	≃ vierge (57 % de la surface exploitée)	c	85,5
Zolder	38/61	détendue	c	*34,5*
	$72/71_A$		c	29,5
	2/77	détendue		*8,8*
Monceau-Fontaine	taille 2	vierge	c	*60,9*
	12 bis	vierge		*63,2*

Les bilans en italiques sont ceux de tailles terminées.

En général, dans les tailles de longueur constante (à ± 10 %), le dégagement spécifique diminue lorsque l'avancement par jour augmente, mais c'est moins marquant qu'en fonction de la surface déhouillée par jour.

Enfin, on est assez surpris de constater que la quantité (moyenne mois) dégagée dans le courant d'air par jour chômé augmente légèrement lorsque le nombre de jours travaillés par mois augmente, surtout dans les tailles sans captage. Elle peut *même excéder celle (moyenne mois) par jour travaillé,* et ceci ne dépend pas (directement) du nombre de jours travaillés de ce mois.

Pré-télé-injection (p.t.i.)

Le tableau IV expose les différents cas étudiés.

Tableau IV. — Tailles pré-télé-injectées

Taille	Couche en exploitation	Couches voisines	
$52/71_A$	avec pré-télé-injection	non p.t.i.	couche 71B, à 8 m en mur
$64/71_A$	avec pré-télé-injection	p.t.i.	
$72/71_A$	avec pré-télé-injection	non	(71B)
33/61	sans pré-télé-injection	non	couche 68 à 40 m en mur
38/61	sans pré-télé-injection	non (1)	
2/77	avec pré-télé-injection	non	

(1) La couche 68 devait être pré-télé-injectée, mais cela n'a pu être réalisé. Ce cas sera remplacé par la taille 43/61.

L'étude de la $52/71_A$ et de la $64/71_A$ est achevée.

La pré-télé-injection a permis de réduire très efficacement les taux d'empoussiérage, tout en coûtant beaucoup moins cher que l'injection classique en taille. En même temps, la production augmente nettement, ce qui prouve que la pré-télé-injection ouvre les clivages, rendant ainsi le charbon plus rabotable. A noter que la quantité d'eau à pré-télé-injecter est faible vis-à-vis du volume influencé : 600 à 800 m³ d'eau.

La pré-télé-injection réduit nettement les vitesses de désorption mesurées par l'indice VI (quantité de grisou désorbée durant les 35 premières secondes, par un échantillon de charbon de ≃ 10 g), (fig. 5). Mais la couche exploitée n'intervient que pour 10 à 20 % dans le dégagement global de grisou du chantier. On pourrait cependant envisager de pré-télé-injecter les principales couches intéressées.

Les vitesses de migration de l'eau étant faibles, il faut commencer la pré-télé-injection longtemps avant l'exploitation du panneau (un an) pour que celle-ci influence une zone convenable (350 m de chasse, par exemple).

1313. *Captage du grisou dans les mines fermées*

Le tableau V rassemble les résultats obtenus dans 2 sièges.

Tableau V. — Captage dans deux mines fermées

Charbonnage		Centre	Bois-du-Cazier
Quantité de CH_4 captée (Nm³ à 8.500 kcal)		60.256.136	15.965.886
Période		7/70 à 10/75 inclus	1/72 à mi 10/75 inclus
Nombre de mois de captage		57	43
Débit moyen/mois		1.057.125	371.300
Débit moyen actuel		500.000 à 600.000	200.000 à 250.000
Dépression	actuelle (mmHg)	≃ 450	390
Pression absolue	actuelle (mmHg)	≃ 360	370

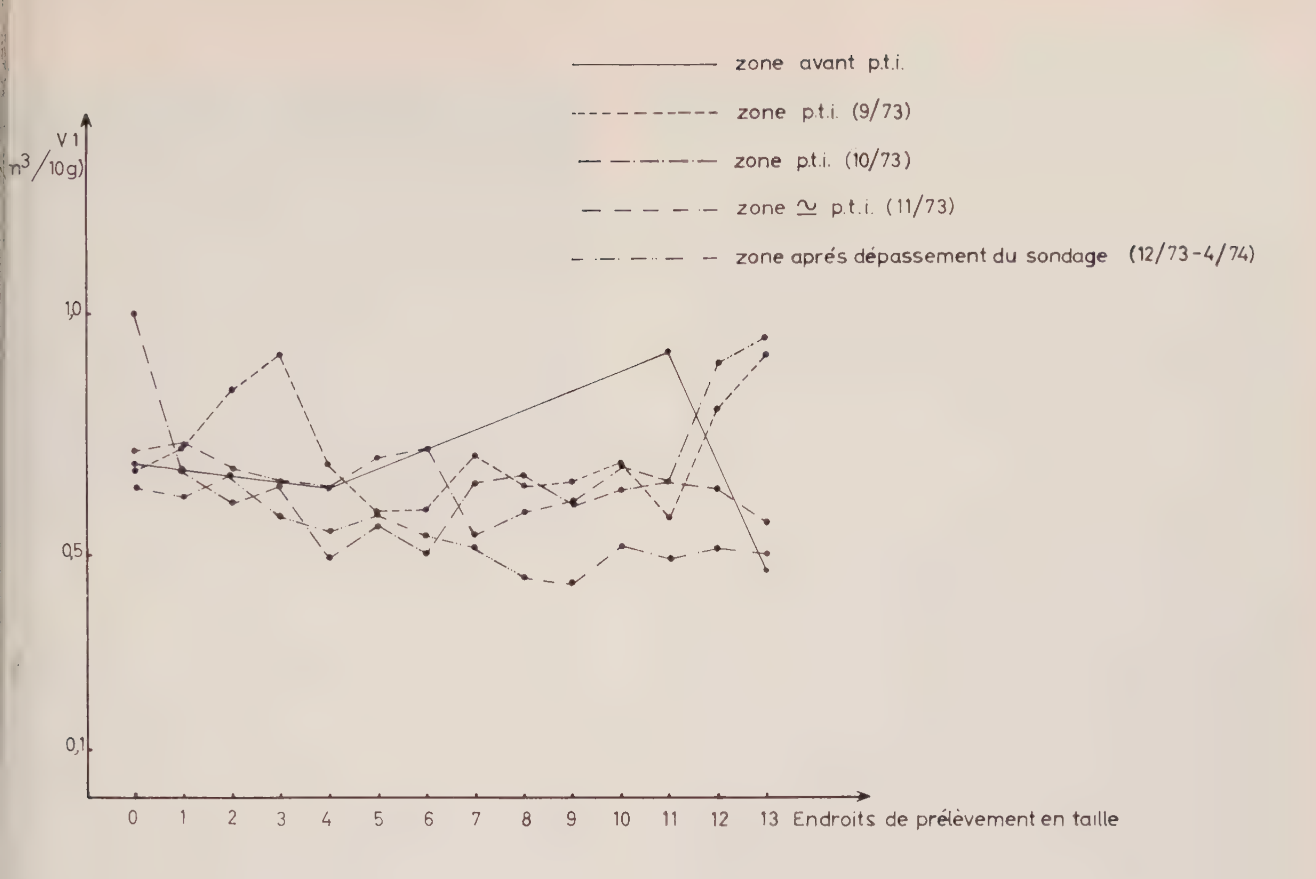


Fig. 5 : Moyennes des V1 mesurés, par endroits de prélèvement en taille (numérotés à partir du pied de taille), et au cours de différentes périodes caractéristiques. Taille Zo 1.

Au charbonnage du Centre, le réservoir est très anche, ainsi qu'en témoigne la composition du gaz, ès constante et exempte de O_2 :

CH_4 : 93-94 %
CO_2 : 6-7 %.

Les débits mensuels varient très fidèlement suivant dépression appliquée. Depuis 1975, le captage est ssez bien stabilisé : la quantité extraite est donc ompensée par l'apport des terrains en CH_4.

Au charbonnage du Bois-du-Cazier, les quantités ptées sont moindres qu'au Centre, puisque les exoitations étaient moins étendues. Le grisou est oins riche et contient de l'O_2 à cause de rentrées air en provenance du siège voisin. Une partie de cet ygène est adsorbée, comme le prouve une analyse cente :

CH_4 : 76,0 %
CO_2 : 3,0 %
O_2 : 1,8 %
N_2 : 19,0 %

Le gradient des dépressions appliquées est plus ible et moins vite amorti au Centre : l'extension des ciens travaux et le caractère plus grisouteux du sement l'emportent sur la rapidité plus grande du ptage et l'âge relativement plus récent des exploitions.

132. *Application du « Process Control » à la ventilation des mines* (*)

Les deux stations grisoumétriques avec enregistrements au fond ont été remontées, elles servaient à l'étude préliminaire ; elles se trouvaient en dernier lieu dans les chantiers L 4.49 (arrêté le 24/2) et L 3.61 (mesures arrêtées fin mars).

Les programmes nécessaires au calcul des bilans par ordinateur sont opérationnels et nous recevons ces bilans depuis le mois de juin (dégagements en Nm^3/t).

Le personnel du fond est désormais occupé à l'étalonnage des appareils de mesure. Chaque chantier est visité tous les 10 jours.

Les mesures de captage restent manuelles. Cependant, l'adaptation du tricapteur au TF-24 progresse favorablement. Le système proposé a été imaginé par l'Iniex ; il est en cours de montage au Cerchar. Un prototype — à savoir un premier tri-capteur et son alimentation — devrait pouvoir être prochainement soumis aux tests d'agrément à Pâturages.

(*) En collaboration avec l'Institut d'Hygiène des Mines et l'Université de Louvain.

141. *Houillères des pays de la CECA*

La radio est utilisée dans les cinq sièges d'exploitation actifs de Campine pour des télécommunications ou des télécommandes. On télécommande des rabots en taille et des haveuses en taille, des treuils hydrauliques en galerie. A titre indicatif, le siège de Beringen a cinq télécommandes de rabot et trois télécommandes de treuil en service au mois de décembre 1975. D'autres équipements sont en commande. Les télécommunications par radio sont utilisées dans les puits, dans les galeries principales pour le transport par locomotives et dans les bouveaux. Les utilisateurs estiment généralement que la radio apporte un gain de temps, de sécurité et de confort. Les ordres sont transmis rapidement ; ils sont corrects. L'efficacité est donc améliorée. S'il s'agit de transport de personnes, elles sont plus vite en place de sorte que le temps de travail au chantier est augmenté. En outre, ces personnes arrivent dans de meilleures conditions physiques et la sécurité est par conséquent augmentée. Il est difficile de chiffrer le bénéfice que l'on retire de l'utilisation de la radio dans la mine, mais tous sont d'avis que l'on y recourra de plus en plus.

Le laboratoire POE est intervenu en Lorraine pour le calcul des diviseurs de puissance nécessaires à l'établissement de réseaux de télécommunications et de télécommande.

A l'initiative de notre section de recherches, des contacts ont été établis entre des ingénieurs des mines de Grande-Bretagne, de Belgique et de France, des chercheurs de ces pays et des constructeurs d'équipements radio pour la mine. Des entretiens et des visites de mines ont été organisés en vue de préparer au National Coal Board un projet de télécommunications, de télésignalisations et de télécommande pour l'étage principal du fond d'une mine des South Midlands.

D'autres contacts ont été établis entre les ingénieurs des mines de la Sarre, le Centre d'agréation de Dortmund Derne et l'INIEX afin d'étudier les conditions d'application de la radio dans les mines de la Sarre tant en télécommunications qu'en télécommande.

* * *

Nos techniciens se sont rendus à la mine expérimentale de Tremonia à Dortmund pour y présenter un appareil de sécurité construit dans les laboratoires de l'INIEX à la demande de la direction de Tremonia. Le dispositif est destiné à la surveillance des mouvements d'un cuffat et de son curseur dans un puits en construction. Le système de protection est réalisé de la manière suivante : au curseur est attaché un émetteur qui envoie sans arrêt des impulsions de contrôle espacées de 70 millisecondes. Ces impulsions sont recueillies par des dispositifs rayonnants d'un système à guide d'ondes INIEX/Delogne et conduites par ce guide d'ondes au récepteur situé en surface dans le bâtiment de la machine d'extraction. Un système logique placé dans le récepteur permet de détecter l'absence de deux impulsions successives. Dès que celle-ci est constatée, un circuit de sécurité provoque l'enclenchement d'un signal d'alerte avertissant le machiniste en surface qu'un incident de parcours est survenu. Pour une vitesse de descente de plus ou moins 10 m/s, l'absence de deux impulsions correspondant à un temps de 140 millisecondes correspond à un écart de 1,40 m entre le curseur et le cuffat.

La figure 6 montre le schéma de principe de l'installation, tandis qu'on voit à la figure 7, de gauche à droite, l'antenne cadre, l'émetteur et le récepteur. L'antenne cadre mesure environ 260 × 120 × 65 mm, l'émetteur est construit pour consommer peu de courant. La tension d'alimentation est de 4 V et correspond à la tension nominale d'une batterie de lampe au chapeau d'usage courant dans les mines. Une batterie de ce type a une capacité d'environ 10

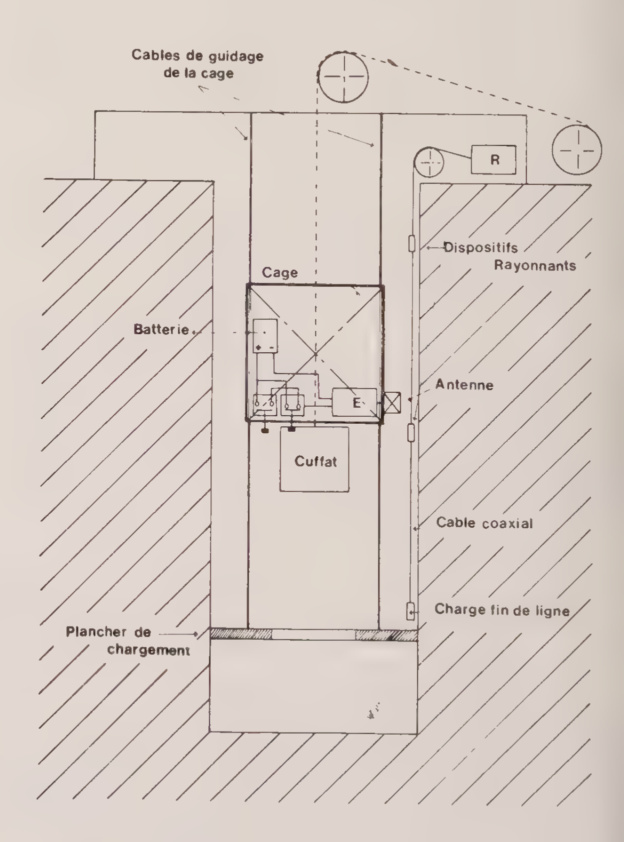


Fig. 6 : Dispositif de sécurité INIEX pour cuffat dans un puits en creusement.

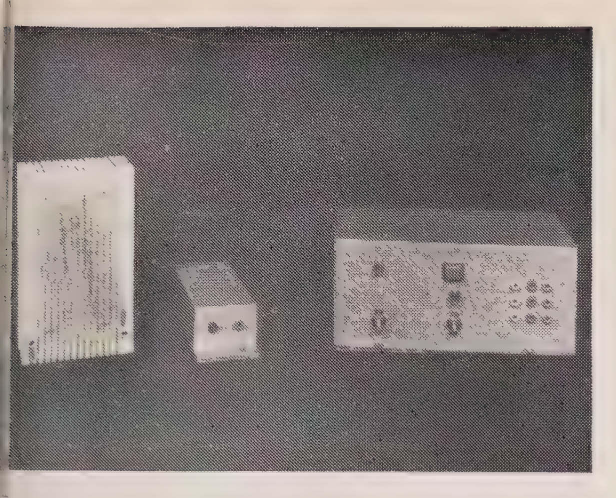


Fig. 7 : Emetteur, antenne d'émission et récepteur du dispositif INIEX de sécurité pour les mines.

mpères/h et pourrait fonctionner, dans ce cas, une uinzaine de jours. La fréquence de travail de l'émeteur a été accordée à 4,605 MHz. L'émetteur radio st constitué de :

— un oscillateur piloté par quartz ;
— une partie amplification d'où sort un signal suffisant pour attaquer l'étage de sortie ;
— la modulation par impulsions avec multivibrateurs astables.

Le récepteur est constitué de :

— un amplificateur haute fréquence à deux étages ;
— un oscillateur local piloté par quartz ;
— un amplificateur de fréquence intermédiaire à deux étages ;
— un détecteur à diodes ;
— un régleur automatique de sensibilité ;
— un système logique de comptage des impulsions en provenance de l'émetteur.

* * *

INIEX a organisé une réunion quadripartite à laquelle assistaient les chercheurs du Cerchar, des eprésentants de la firme Silec qui a la licence pour les (-Yphones et des représentants de la firme SAIT Electronics qui a la licence pour le système NIEX/Delogne. Les quatre partenaires ont manifesté eur intention de travailler ensemble de manière à promouvoir les systèmes de radio transmission avec uide d'ondes des type INIEX/Delogne et équipenents radio-électriques fabriqués par Cerchar Indusrie, Silec et SAIT Electronics.

Après cette réunion, les chercheurs belges ont réasé une étude théorique et des mesures visant le hoix d'une antenne appropriée pour émeteur-récepteur portatif pour la mine. Les études ont orté principalement sur des antennes cadres et des ntennes ferrites.

Les techniciens du Cerchar associés à cette recherche ont examiné en laboratoire des circuits intégrés de différentes provenances afin de vérifier les caractéristiques données par les constructeurs (effet de la température, par exemple), ceci en vue de réaliser les circuits d'émetteurs-récepteurs résistant aux conditions d'utilisation du fond de la mine.

Les premiers résultats de ces enquêtes sur antenne et sur circuits intégrés ont fait l'objet d'un examen en commun lors d'une réunion à Liège le 10 décembre 1975.

* * *

Les spécialistes de la transmission d'information par ondes électromagnétiques dans les chantiers du fond des houillères, travaillant pour le compte des instituts nationaux de recherche des quatre pays producteurs de charbon de la Communauté, se sont réunis à Liège à l'invitation de M. Liégeois. Après avoir relu l'avis des experts du groupe « Services généraux du fond » de la CECA, ils ont émis l'opinion que la radio doit pouvoir être utilisée dans l'industrie minière et que, pour autant qu'il n'y ait pas de rayonnement nuisible en surface, il doit y avoir une liberté complète dans l'utilisation des fréquences au fond de la mine.

* * *

Lors de la réunion du groupe d'experts « Services généraux du fond » de la CECA tenue le 22 mai 1975 à Bretby, il a été convenu que MM. Martin, Liégeois, Lefèvre et Olaf s'associeraient pour préparer un rapport montrant le profit que l'on peut tirer de l'emploi de la radio dans la mine et les différentes voies d'approche dans la technique des télétransmissions par radio dans la mine.

M. Liégeois a été choisi comme président de ce groupe. Il a rédigé le projet de rapport et l'a présenté à ses collègues lors d'une réunion tenue à Liège le 9 décembre.

Les sources d'information de ce rapport sont situées dans les quatre pays producteurs de charbon d'Europe occidentale. M. Liégeois y a visité des mines très modernes et mécanisées comme Walsum et Lohberg dans la Ruhr, Wearmouth et Calverton en Grande-Bretagne. Il a consulté le Bergbau Forschung, centre de recherches privé de l'industrie charbonnière de la R.F.A., et le M.R.D.E., centre de recherches officiel du National Coal Board. Il a recueilli des informations de certaines firmes allemandes et britanniques et de la Direction Générale des Saarbergwerke. En France où l'industrie charbonnière est nationalisée, il a consulté le centre officiel de recherches Cerchar et rencontré les responsables et hommes-clés des différents bassins charbonniers du pays tels que Nord-Pas-de-Calais, Houillères du Bassin de Lorraine,

Houillères de Provence et Houillères d'Aquitaine. En Belgique, les renseignements ont été recueillis dans les différents sièges d'exploitation de la N.V. Kempense Steenkolenmijnen.

Le rapport fournira une liste des différents domaines d'application de la radio pour la télécommande et les télécommunications dans la mine, des indications sur les prix, avantages, limites, domaines d'application des systèmes de télécommunications propres à la mine, des éléments d'appréciation de l'économie résultant de l'emploi de la radio et de l'accroissement de la sécurité, une liste des programmes de recherches et de développement dans le secteur de la radio.

142. *Autres mines de la Communauté Economique Européenne*

L'équipe s'est déplacée avec ses appareils pour procéder à la mesure de l'atténuation de signaux radio en ligne droite et au passage de coudes à angle droit dans un chantier en traçage et dépilage des Mines de Fer de Lorraine. Les mesures ont été effectuées à des fréquences comprises entre 36 MHz et 1100 MHz. Elles avaient pour but de mieux connaître le mode de propagation des ondes dans une mine de fer où les galeries ont une section voisine de 56 m^2. Les essais ont été menés en présence des exploitants de la mine de Godbrange et des représentants de la firme Secré qui a fourni des émetteurs-récepteurs à la mine.

Les techniciens de l'INIEX ont établi le plan d'installation du réseau fourni aux Mines de Potasse d'Alsace par la SAIT Electronics.

143. *Autres mines en dehors de la Communauté Economique Européenne*

Une ligne INIEX/Delogne est en service dans la galerie de transport principale de la Jenny Mine dans le Kentucky aux U.S.A. Des démonstrations ont eu lieu pendant le mois de mars à l'occasion d'une conférence organisée à Prestonsburg dans le Kentucky, à laquelle M. Liégeois assistait.

Une importante firme d'équipements radio-électriques des Etats-Unis a demandé à être considérée comme partenaire possible de l'INIEX pour l'octroi d'une licence du système INIEX/Delogne. Cette firme qui s'est spécialisée dans la conception et la fabrication d'équipements radio est persuadée comme l'INIEX que le succès aux Etats-Unis est lié au développement d'un émetteur-récepteur radio mobile pour la mine à une fréquence appropriée ; la firme est prête à développer un appareil convenable avec l'INIEX.

A la suite d'un voyage exploratoire au Canada en mars, plusieurs firmes canadiennes ont exprimé le désir d'obtenir une licence pour le système INIEX/Delogne.

En octobre et sur proposition de M. Matthews, Président, M. Liégeois a présenté devant les membres de l'Institute of Electrical and Electronics Engineers un exposé intitulé « Radio transmission systems recommended by INIEX » préparé par le Professeur Delogne et lui-même. A un séminaire organisé par M. Tervo, Elliot Lake Laboratory, Mines Branch, Canada, groupant des mineurs, des constructeurs et des chercheurs, R. Liégeois a présenté un exposé intitulé « Radio underground for profit ».

A cette occasion, il a visité plusieurs mines et rencontré de nombreuses personnalités de premier plan en rapport avec nos activités. Un groupe important de conseillers en systèmes a demandé à l'INIEX d'envisager une collaboration plus directe dans deux domaines : l'utilisation du système INIEX ; les communications souterraines sans fil, en général.

D'autre part, une firme introduite sur le marché canadien par le fait qu'elle fabrique des câbles coaxiaux et des câbles coaxiaux à perte utilisés comme guide d'ondes a demandé l'octroi d'une licence pour le développement du procédé INIEX/Delogne sur le territoire du Canada. Son Président a visité l'INIEX vers la fin du mois d'octobre et cette visite a permis de préciser les bases d'un accord concernant l'octroi d'une licence pour le Canada.

A la suite d'un voyage qu'il a effectué en Afrique du Sud, le directeur d'une importante firme de télécommunications françaises est persuadé que les systèmes de télécommunications européens et le système INIEX/Delogne en particulier pourraient être établis dans des mines de l'Afrique du Sud.

Plusieurs firmes d'Afrique du Sud ont abordé l'INIEX en vue d'obtenir des accords de licence.

Le 20 novembre 1975, les représentants du Gouvernement belge ont signé un accord de participation à un service intitulé Mining Technology Clearing House créé par l'Agence Internationale de l'Energie en vue de coordonner les efforts de recherche et de développement dans le secteur de la technique minière. Une première réunion du groupe de travail correspondant a eu lieu à Londres le 15 décembre. On y a décidé d'une collaboration active dans quatre domaines de recherche parmi lesquels le domaine intitulé « Comprehensive Monitoring and Control ». Les recherches de l'équipe « Propagation des ondes électromagnétiques » s'intègrent parfaitement dans ce projet. On peut s'attendre à une entente plus étroite avec les organismes associés des autres pays participant à ce service, à savoir, l'Autriche, la Répu-

blique Fédérale d'Allemagne, l'Italie, l'Espagne, la Turquie, le Royaume-Uni et les Etats-Unis d'Amérique.

144. *Tunnels routiers*

A la suite d'un échange de correspondance entre le Ministère des Travaux Publics et l'INIEX, le tunnel routier du complexe Reyers non encore ouvert à la circulation automobile a été mis à la disposition de la section POE. Elle y a effectué des mesures systématiques de la propagation d'ondes radio dans un tunnel sans et avec guide d'ondes. Les mesures ont été faites avec enregistrement continu. Elles ont eu lieu à des fréquences comprises entre quelques dizaines de Hertz et 1.100 MHz. Toutefois, on a accordé une attention particulière aux fréquences dont le Ministère des Travaux Publics envisage la réception et la retransmission dans les tunnels routiers de Bruxelles.

Un compte rendu sommaire de l'étude effectuée a été transmis à titre confidentiel au Ministère des Travaux Publics pour qui l'étude présente un intérêt certain puisqu'elle fournit des indications assez précises quant :

— aux niveaux de champ à réaliser dans le tunnel ;
— à la manière de définir le problème en vue d'arriver à des solutions économiques ;
— à la possibilité de réaliser un système.

Ce système doit permettre la réception dans les tunnels des ondes longues, des ondes moyennes, ainsi que de la gamme des ondes réservées à la modulation de fréquence et au service de police ou de secours. De plus, ce système doit également permettre l'émission à partir du tunnel des fréquences réservées aux services de police et de secours (gammes de 60 MHz et 150 MHz).

L'INIEX dispose maintenant de toutes les données techniques permettant d'aborder le problème de la radio dans les tunnels routiers. Les mesures de propagation et une étude de systèmes lui ont permis de recommander des valeurs minimales de champ et de taux d'intermodulation résultant d'un compromis technico-économique. L'étude de système a mis en évidence la difficulté de réaliser les performances recommandées en utilisant des émetteurs-récepteurs disponibles dans le commerce et non conçus pour cette application. De plus, une telle réalisation serait très coûteuse. Aussi l'INIEX recommande-t-il une solution spécialement conçue et il est disposé à en assurer le développement à titre expérimental.

145. *Brevets d'invention*

Le 7 octobre 1975, une demande de brevets d'invention a été déposée au Greffe du Gouvernement Provincial de Liège pour un système de radiocommunications pour milieux confinés. Les caractéristiques du brevet d'invention peuvent se résumer comme suit. Les signaux radio-électriques transitent par une ligne de transmission en câbles blindés comprenant des tronçons rayonnants, dont la longueur est choisie en fonction de la longueur d'ondes afin de donner une directivité à leur rayonnement radial ou de maximaliser l'excitation du mode monofilaire dans la direction aval par rapport à l'émetteur.

146. *Communications le long des routes*

Sur la proposition de M. De Brabander, notre Institut a été consulté à différentes reprises et convié à plusieurs réunions du sous-groupe d'experts « Action 30 » du Groupe COST.

Une réunion a eu lieu les 19 et 20 février 1975 à l'Institut de Recherche sur les Transports à Arcueil. Au cours de cette réunion, les experts ont constaté que des recherches restent à effectuer et ont regretté que les spécialistes belges n'aient pas pu contribuer aux travaux du groupe.

Au cours des mois de juillet et d'août, M. Liégeois a eu des entretiens à Paris avec MM. David, Desfresnes du Centre National d'Etudes des Télécommunications et Jaureguy de Thomson-CSF, et en Grande-Bretagne avec MM. Harms du Transport and Road Research Laboratory, le Professeur Ashby de l'University College, London, le Professeur Gosling de l'Université de Bath et M. John Rhodes de Pye TMC.

Nous sommes maintenant en mesure de définir avec assez de précision le domaine de recherche auquel l'INIEX pourrait se consacrer dans l'intérêt communautaire. Nous pourrions porter nos efforts sur des études que ne peuvent entreprendre nos collègues étrangers. Les thèmes particuliers que nous envisageons sont notamment :

a) le fonctionnement à différentes fréquences et dans diverses conditions d'environnement des :
   — câbles à pertes et câbles à radiateurs discrets ;
   — câbles coaxiaux à fentes, câbles triaxiaux,
   — lignes de transmissions originales,
   — boucles d'induction ;
b) la compatibilité de ces systèmes aux fréquences allouées par les administrations responsables ;
c) l'effet des croisements et bifurcations ;
d) l'influence des véhicules et de leurs mouvements ;

e) le stockage de messages - codage - décodage ; la traduction simultanée de messages ;

f) la réception confortable de messages à bord des véhicules, notamment par une amélioration technique des descentes d'antenne sur véhicules automobiles.

Ces recherches sont indispensables à la réalisation de transmissions radio-électriques diversifiées de la parole à partir d'installations fixes ou mobiles, permanentes ou temporaires, entre les abords de la route et les véhicules situés dans des zones locales limitées (sections de routes, sections de voies de circulation ou autres) selon un système unique valable pour l'Europe.

Une action communautaire dans ce domaine s'impose si l'on veut éviter la mise en œuvre de dispositions nationales incompatibles entre elles. Nous souhaitons que la Belgique prenne une part active à cette action communautaire. Plus encore que nos voisins, nous devons essayer d'obtenir un système européen unique dont l'application renforcera considérablement la sécurité routière.

15. *GAZEIFICATION SOUTERRAINE*

151. *Historique*

Durant toute l'année 1975, les études préliminaires concernant le développement d'un nouveau procédé de gazéification souterraine sous haute pression ont été poursuivies activement.

Le 17 mars, la Commission Technique à laquelle participent des représentants du Ministère des Affaires Economiques, de l'Administration des Mines, des professeurs des Universités de Bruxelles, Gand, Liège, Louvain et Mons et des délégués des grands centres de recherche technique : CEN — CRIF — CRM et Laborelec, a déposé son rapport au Ministre. Les conclusions de ce rapport sont les suivantes :

1. Devant les perspectives de la conjoncture énergétique et dans un souci de s'assurer un minimum d'indépendance, notre pays ne peut négliger les quantités importantes de charbon qui restent dans son sous-sol à grande profondeur.

Dans le contexte économique et social actuel, il n'est guère pensable de développer sur une grande échelle nos exploitations souterraines.

La seule alternative proposée consiste à gazéifier le charbon « in situ » au moyen de sondages forés à partir de la surface.

Les essais effectués jusqu'à présent n'ont cependant pas abouti à des procédés économiquement exploitables et les techniques de gazéification expérimentées jusqu'à présent ne sont guère applicables aux gisements belges.

Il paraît donc indispensable d'envisager une technique très différente et le rapport décrit un procédé sous haute pression avec fluctuation de cette pression, spécifiquement prévu pour l'exploitation à grande profondeur.

En cas de succès, on ouvrirait la voie à deux types de développement :

— la production d'électricité sur base d'un gaz pauvre obtenu par gazéification à l'air, et

— la production d'hydrocarbures liquides ou gazeux sur base d'un gaz de synthèse.

2. Sur le plan technique, le travail à haute pression apporte incontestablement des éléments positifs.

Au surplus, si la profondeur constitue un handicap du point de vue du coût des sondages d'accès, elle constitue également sur d'autres plans un avantage technologique important, du fait que les gisements profonds sont secs et étanches.

Le développement du procédé fait appel à des techniques connues de sondage, de fracturation, de mise à feu et de valorisation du gaz produit, mais reste tributaire d'éléments incertains inhérents à toute expérience souterraine.

La théorie permet, certes, de répondre à diverses questions ; des essais de laboratoire peuvent préciser certains facteurs. Néanmoins, seul un essai « in situ » est capable de fournir un certain nombre de données essentielles : comportement des terrains, propagation du feu et extension de la zone gazéifiée, épuisement du combustible et du comburant...

3. Sur le plan économique, les chances de succès d'un tel procédé ne peuvent pas être évaluées a priori. En effet, plusieurs éléments essentiels du calcul du prix de revient du gaz produit dépendent des résultats qui seront obtenus lors de l'expérience « in situ ». Quant à sa valeur d'usage, elle sera fonction de l'évolution du marché pétrolier et du coût de l'énergie électrique qui sera produite par les centrales nucléaires.

Cependant, même si le succès devait se limiter au plan technique, il pourrait encore constituer un atout dans les négociations avec les pays producteurs de gaz ou de pétrole. Il constituerait également une solution de rechange si l'exploitation des centrales

ucléaires se heurtait à des difficultés imprévues, si évolution de la balance des paiements nous imposait ne politique basée davantage sur l'utilisation de no- e production nationale.

4. Une première allocation d'un montant de l'or- re de 30 millions permettrait de démarrer les études 'engineering et de passer les premières commandes évocables) pour le matériel à long délai de livraison. a décision d'octroi du budget principal, d'un mon- ant minimum estimé à 300 millions de FB, pourrait tre retardée de 8 à 12 mois, ce qui permettrait de isposer d'un complément d'informations techniques t de savoir dans quelle mesure le financement de expérience pourrait bénéficier d'une participation es Communauté Européennes ou faire l'objet d'un ccord multinational.

* * *

Le 20 mars, M. Knoops, Secrétaire d'Etat adjoint ux Affaires Economiques, a exposé les grandes li- nes du projet dans une conférence organisée con- ointement par la Société d'Etudes et d'Expansion et ar l'INIEX et qui avait pour titre : « La gazéification outerraine du charbon peut-elle rendre à l'Europe on indépendance énergétique ? ».

Au début du mois d'avril, un voyage d'études a été rganisé aux Etats-Unis en vue de recueillir une in- ormation de première main sur le développement es recherches en matière de gazéification souterrai- e. La délégation belge comportait six participants :

MM. Knoops, Secrétaire d'Etat adjoint au Ministre des Affaires Economiques,
de Donnea, Chef de Cabinet,
de Crombrugghe, Professeur à la K.U.L.,
Patigny, Professeur à l'U.C.L.,
Ledent et Chandelle, de l'INIEX.

Les impressions recueillies au cours de ce voyage nt renforcé la conviction des membres de la déléga- on, que l'étude de la gazéification du charbon « in itu » mérite d'être reprise et que le projet élaboré par INIEX et par la Commission « Gazéification Souter- aine » se situe à l'avant-garde de la technique et éunit un ensemble de caractéristiques originales qui ermettent de bien augurer de son succès.

Le 15 mai, le projet d'INIEX et les conclusions du apport de la Commission Technique ont été résentés au Comité Ministériel de Coordination conomique et Sociale qui a pris la décision suivan- :

« Une tranche supplémentaire de 30 millions de F era mise à la disposition à l'INIEX par un transfert rovenant des crédits de subsidiation de l'industrie harbonnière pour 1975.

» Le Ministre des Affaires Etrangères prendra les ontacts nécessaires pour obtenir des précisions sur les possibilités réelles d'une intervention des Communautés Européennes ».

Au mois de septembre, la délégation qui s'était rendue aux Etats-Unis a effectué un second voyage d'étude en URSS. Au cours de ce voyage, elle a visité l'exploitation par gazéification souterraine qui se développe depuis 14 ans à Angren (Ouzbekistan) et elle a pu recueillir une importante documentation sur l'état de développement du procédé.

* * *

152. *Etat d'avancement des études préliminaires*

Compte tenu des souhaits exprimés par la Commission Technique, sept thèmes de recherche ont fait l'objet de nouveaux développements.

Thème n° 1 : Inventaire des sites susceptibles de se prêter à une exploitation industrielle.

L'étude a été prise en charge par M. Delmer, Chef du Service Géologique de Belgique, et par M. Tricot, Directeur du Service Géologique de la N.V. Kempense Steenkolenmijnen.

Thème n° 2 : Vérification de la possibilité économique d'une valorisation, à l'échelle industrielle, de l'énergie extraite par le procédé de gazéification souterraine à haute pression, en vue de la production d'électricité.

Une première étude a été réalisée par un groupe de travail qui s'est réuni au siège de Laborelec. A ce groupe ont participé six membres de la Commission Technique, quatre consultants appartenant aux sociétés Electrobel, Linalux et Traction et Electricité et deux délégués de l'INIEX.

Cette étude a confirmé l'importance prédominante du coût des sondages dans le prix de revient du kWh qui pourrait être réduit à partir de l'exploitation d'un gisement de houille par gazéification souterraine.

Comme nos gisements ne comportent aucune couche de très forte épaisseur, l'exploitation de plusieurs couches par le même réseau de sondages apparaît comme une condition nécessaire de rentabilité.

L'extension de la surface gazéifiée à partir de chaque sondage constitue également un facteur essentiel de rentabilité. Ceci implique la réalisation de liaisons souterraines entre deux sondages relativement distants (si possible 50 à 70 m).

Le groupe de travail a convenu de se réunir à nouveau au début de l'année 1976 pour revoir l'ensemble de l'étude en tenant compte de tous les éléments

techniques et économiques qui ont pu être rassemblés au cours de l'année 1975.

Thème n° 3 : Etude de l'influence des conditions de pression sur le processus de distillation et de gazéification du charbon.

A. *Essais d'orientation*

Une première étude a été entreprise au laboratoire de la section de Liège par MM. Fassotte et Saussez qui ont utilisé le matériel immédiatement disponible (thermobalance et bombe calorimétrique) en vue de préciser l'influence de la pression sur la cinétique des réactions entre le carbone et l'oxygène.

La première série d'expériences a été réalisée à la thermobalance, sur des disques en graphite de 30 mm de diamètre et de 2 mm d'épaisseur. On a utilisé comme comburant de l'air et des mélanges air + azote, la température d'ambiance étant maintenue au voisinage de 800°C et la pression totale dans le four variant de 1 à 2 bars. Tous les résultats expérimentaux s'alignent de façon satisfaisante le long d'une courbe qui a pour équation :

V_s (vitesse de combustion en kg/h.m^2) = 6,13 $(pO_2)^{0.84}$.

Les essais de combustion à plus haute pression ont été réalisés en bombe calorimétrique, à l'air et à l'oxygène.

Le combustible utilisé pour ces expériences se présente sous forme de petits cylindres de carbone de 6 mm de diamètre et de 30 mm de longueur (balais de moteurs électriques). Préalablement à l'essai, une étroite zone de striction est réalisée par usinage dans le plan médian du cylindre. Ce cylindre est alors serti entre deux pièces de raccord en acier inoxydable, reliées aux bornes qui servent à lancer le courant d'allumage lors d'une détermination du pouvoir calorifique.

Dans une première série d'essais, nous avons utilisé comme électrodes des barreaux de graphite nus, au centre desquels était réalisée une zone de striction d'une largeur de 2,5 mm et d'un diamètre de 2 mm.

Les résultats obtenus avec ce type d'échantillons s'étant avérés peu reproductibles, tous les essais ultérieurs ont été réalisés sur des barreaux de graphite gainés de cuivre, avec dans leur partie centrale, une zone dénudée de 10 mm de hauteur en forme de cylindre concave, présentant en son centre un diamètre minimum de 2 mm.

Avec ce deuxième type d'électrodes, les contacts électriques ont pu être fortement améliorés et la combustion est restée limitée dans la zone de striction, ce qui a permis d'assurer une beaucoup meilleure reproductibilité des résultats.

Dans son principe, le mode opératoire est très simple : après avoir introduit dans la bombe un gaz comburant (air ou oxygène) à la pression voulue, un courant électrique d'intensité constante (17 ou 20 ampères suivant les séries d'essais) est établi à travers le circuit qui alimente l'électrode. Vingt à trente secondes après la fermeture du circuit, la zone de striction est au rouge, ce qui amorce la combustion.

La période de combustion a une durée totale de quelques minutes. Durant cette période, la température de la zone de striction augmente rapidement.

L'essai se termine à très haute température, par la rupture de l'électrode.

Moyennant quelques approximations, une vitesse moyenne de combustion peut être calculée, à partir de la durée de l'essai.

L'ensemble des résultats expérimentaux est reporté à la figure 8.

Les résultats de chacune des quatre séries d'essais réalisés à la bombe peuvent se traduire par une relation de la forme :

V_s (vitesse de combustion en kg/h.m^2) = k.$pO_2^{n_E}$

Compte tenu des niveaux de pression et de température atteints au cours de ces essais, il était exclu de pouvoir maintenir l'isothermicité des réactions, de sorte que l'exposant n_E rend compte tout à la fois de l'influence directe de la pression et de son influence indirecte par modification des températures.

Les essais réalisés en présence d'oxygène dans une gamme de pressions variant entre 1 et 20 bars ont conduit à des valeurs de n_E qui varient entre un minimum de 0,16 et un maximum de 0,62.

Les essais réalisés en présence d'air pour des pressions variant entre 3 et 29 bars ont conduit à des valeurs de n_E pratiquement constantes : $n_E = 0,61$ et à des vitesses de combustion qui, aux plus hautes pressions, atteignent 56 kg/m^2 et par heure.

Les conditions de ces essais sont trop éloignées des conditions qui seront réalisées lors d'une exploitation de charbon par gazéification souterraine pour permettre une transposition directe des résultats.

Ces expériences ont cependant le mérite de mettre en évidence qu'*une augmentation de la pression du comburant exerce toujours un effet très important sur la vitesse des réactions de combustion.* Aux faibles pressions et aux basses températures, cet effet était prévisible du fait de l'influence prédominante des résistances chimiques.

A température plus élevée et à plus forte pression, on pouvait s'attendre à une forte réduction de l'influence de la pression par suite de la prédominance des phénomènes de diffusion.

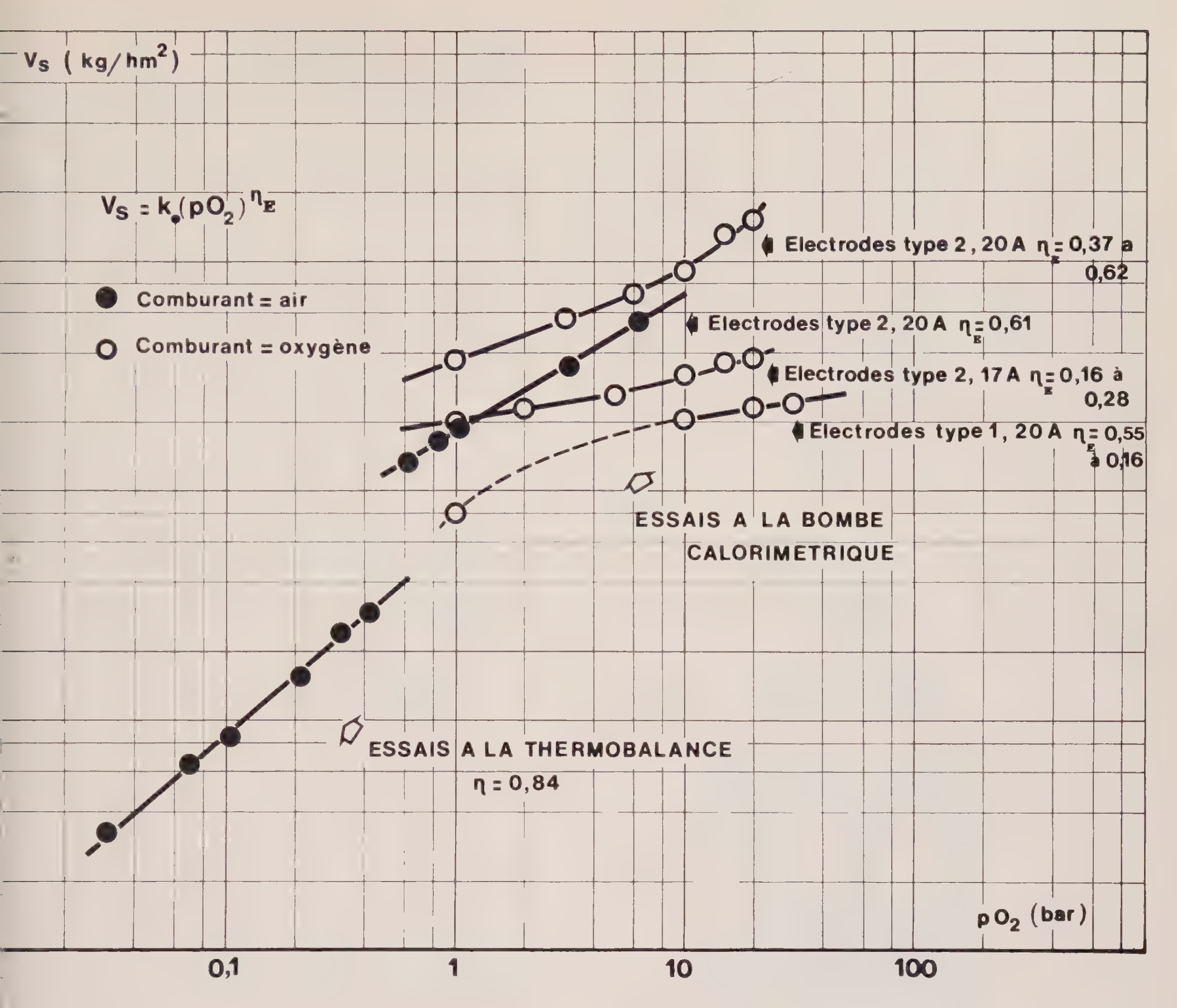


Fig. 8 : Représentation en coordonnées bilogarithmiques de la loi de variation de la vitesse spécifique de combustion de carbones en fonction de la pression partielle d'oxygène.

Cette diminution d'influence n'apparaît pas dans es résultats globaux obtenus à la bombe et la valeur xpérimentale de l'exposant n_E reste élevée dans oute la gamme des pressions expérimentées, atténuation de l'influence directe de la pression du omburant étant compensée par l'effet indirect que la ression exerce sur le régime des températures de ombustion.

Ceci permet d'escompter que des effets du même enre se produiront dans l'exploitation par gazéification souterraine et que l'utilisation de très hautes ressions pourra exercer une influence très maruante sur le bilan thermique de la gazéification et sur productivité des chantiers.

Nouveau programme expérimental

A l'initiative du Professeur Patigny, une visite des boratoires de l'Institut Français du Pétrole a été organisée le 9 avril en vue d'étudier les possibilités de réalisation d'un programme expérimental de gazéification de charbon sous haute pression au moyen de l'équipement mis au point par l'I.F.P. pour l'étude des lois de propagation de la combustion « in situ ».

La pièce essentielle de cet équipement est une cornue cylindrique horizontale de 2,20 m de longueur et de 200 mm de diamètre utile, prévue pour une pression maximum de service de 125 bars.

Cet équipement, très élaboré, comporte un dispositif de rotation (destiné à éliminer l'effet perturbateur de la gravité), un dispositif d'allumage, des colliers de chauffage électrique et un grand nombre de thermocouples répartis sur toute la longueur de la cornue.

Les possibilités de cet appareillage sont malheureusement limitées à une température maximale de 650°C et à un flux de comburant qui ne peut pas dépasser 1,5 Nm³/h. Compte tenu de ces limitations,

du programme d'utilisation actuellement très chargé de cet appareillage et du coût élevé des essais, il est apparu que les enseignements qui pourraient être tirés des essais ne justifiaient pas la dépense à engager.

Nous avons donc résolu de construire un équipement de conception plus simple, dans lequel nous espérons pouvoir atteindre des températures de 1000 à 1100°C avec des débits gazeux maxima de l'ordre de 100 Nm³/h.

L'installation schématisée à la figure 9 comporte une enveloppe extérieure en acier, de ± 1500 mm de longueur, capable de résister à une pression interne de 50 bars et, à l'intérieur de cette enveloppe, un réacteur cylindrique en acier réfractaire de 200 mm de diamètre, d'un mètre de longueur utile.

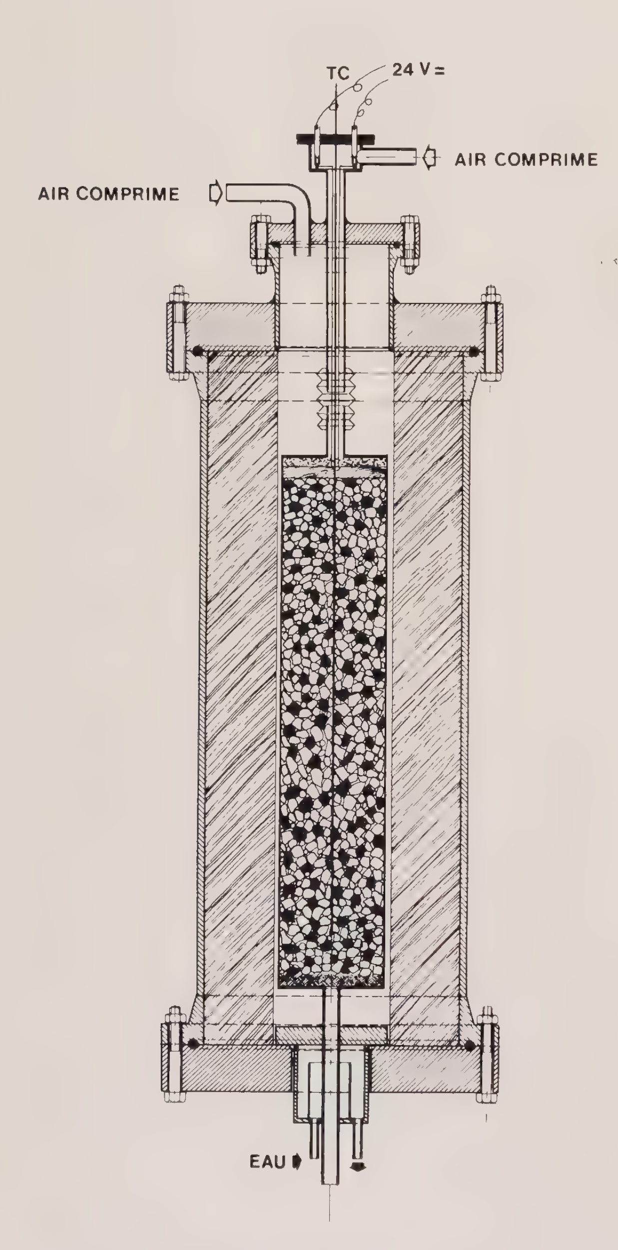


Fig. 9 : Appareillage pour l'étude de la gazéification sous haute pression.

Le réacteur est entouré d'un moufle en matière réfractaire et l'installation sera complétée par un dispositif d'allumage électrique et par un échangeur à circulation d'eau, assurant le refroidissement des gaz sortant du réacteur.

La réalisation de ce matériel expérimental a été étudiée avec les spécialistes de l'Institut Belge des Hautes Pressions. Cet Institut a été chargé de la construction et de la mise au point de l'ensemble : enveloppe + réacteur, qui a été expérimenté à Sterrebeek au cours du dernier trimestre de l'année 1975, avant d'être transféré à la station d'essais d'INIEX.

Le programme expérimental à réaliser au moyen de ces appareillages comportera deux groupes d'essais :

- Une première série d'essais visera à comparer les résultats obtenus par un débit continu sous pression constante avec les résultats obtenus par une succession de cycles : compression — détente, dans un empilement de charbon où l'on aurait ménagé un chenal d'écoulement préférentiel.
- La seconde série d'essais sera réalisée en continu sur des mélanges de charbon et de pierres et aura pour but d'étudier systématiquement l'influence de différents paramètres :
  - pression,
  - débit massique d'air comburant,
  - granulométrie, teneur en cendres et rang du charbon utilisé,
  - nature et granulométrie des inertes,
  - rapport pondéral combustible/inertes.

Thème n° 4 : Etude du dispositif de refroidissement des tubages et des conditions de transfert de chaleur et de vaporisation d'eau.

Les études entreprises dans le cadre du groupe de travail « Sondages » de la Commission Technique « Gazéification Souterraine » ont fait apparaître que, pour assurer et maintenir l'étanchéité entre le tubage et les terrains encaissants, il était indispensable de refroidir les gaz produits afin de maintenir la température du tubage en-deçà d'une limite de 300°C.

Dans un premier temps, on a envisagé de réaliser un tubage comportant trois tubes concentriques ménageant entre eux un compartiment pour la descente de l'eau de refroidissement et un compartiment pour la remontée d'un mélange d'eau et de vapeur.

Cependant, cette solution présente plusieurs inconvénients économiques :

- l'augmentation du diamètre des sondages,
- le coût d'un triple tubage, et
- l'impossibilité d'envisager la réutilisation du dispositif de refroidissement après la fin d'exploitation d'un sondage.

Lors des premières études de transfert de chaleur, il est apparu que le refroidissement des gaz au contact d'une paroi froide serait très rapide en raison des coefficients de transfert très élevés résultant de l'utilisation simultanée de hautes pressions et de grandes vitesses d'écoulement.

Dès lors, les études s'orientent vers l'utilisation d'un dispositif de refroidissement plus simple, constitué à la façon d'un tube « Field » de très grande hauteur et qui serait introduit dans l'axe du sondage.

L'étude de ce dispositif et de ses conditions optimales de fonctionnement a été confiée au Département de Thermodynamique et de Turbomachines de l'Université Catholique de Louvain.

Thème n° 5 : Mise au point d'un dispositif de mesure de la température à la base du sondage.

L'étude de ce thème a été reportée sine die. En effet, l'utilisation d'un dispositif de refroidissement à circulation d'eau descendant jusqu'au bas du tubage rend illusoire toute mesure de température du gaz. La température moyenne, à la base du sondage, sera déterminée à partir du bilan thermique du dispositif de refroidissement et du contrôle des quantités d'eau et de vapeur sortant de ce dispositif.

Thème n° 6 : Etude de la combustion d'un gaz de faible pouvoir calorifique, dans une chambre à haute pression.

L'étude de ce problème a été abordée en coopération avec le Professeur J.P. Van Tiggelen de l'U.C.L., qui s'est chargé de réaliser une première étude bibliographique de la littérature la plus récente concernant la combustion d'un gaz pauvre sous haute pression.

Thème n° 7 : Réalisation du « Linking » en gisement vierge, à grande profondeur.

L'étude du thème 2 ayant fait apparaître l'importance considérable du problème du linking à réaliser, à grande profondeur, entre deux sondages distants de plus de 50 m, il nous a paru nécessaire de faire figurer cette question au nombre des thèmes retenus pour les études préliminaires.

A. *Essais de laboratoire*

Les chercheurs américains ont émis l'idée que l'utilisation d'explosifs liquides (slurries) pourrait être envisagée dans le cadre du développement des techniques de gazéification souterraine. Dans cette perspective, il nous a paru intéressant de chercher à déterminer si l'injection dans les veines de houille de solutions de produits fortement oxydants (nitrates ou chlorates) était susceptible d'accélérer la progression du feu à travers les fissures et, par voie de conséquence, de faciliter la réalisation d'un « Linking » entre deux sondages.

L'expérimentation a été réalisée au laboratoire de Pâturages par M. Browaeys, sur un bloc de bois dur de 62 mm d'épaisseur, dans lequel ont été forés un certain nombre de trous verticaux de diamètres variant entre 2 et 10 mm. Ces trous étaient parcourus par un faible débit d'air insufflé de haut en bas et on a tenté, au cours d'une première série d'essais, d'enflammer le bois par un bec Bunsen placé à la base du trou et de provoquer la remontée du feu en sens inverse du courant d'air. Quel que soit le diamètre du trou et quelle que soit la vitesse d'écoulement de l'air (entre 0,21 et 17,7 m/s), il s'est avéré impossible d'obtenir la remontée du feu.

Une deuxième série d'essais réalisée après avoir imbibé les parois des trous d'une solution concentrée de chlorate de soude a donné des résultats tout aussi négatifs.

Par contre, dans une troisième série d'essais réalisée sur des trous non imbibés, en remplaçant le courant d'air par un courant d'oxygène, la remontée du feu a été rapide dans tous les cas, quel que soit le diamètre du trou et quelle que soit la vitesse d'écoulement de l'oxygène (entre 0,42 et 3,0 m/s).

Ces essais conduisent à penser que l'injection de solutions oxydantes pour faciliter la réalisation d'un « Linking » ne mérite pas d'être envisagée, mais qu'en cas de difficultés l'utilisation d'oxygène est à considérer.

B. *Essais dans les travaux souterrains*

Trois techniques ont été utilisées jusqu'à présent pour la réalisation des « Linking » au cours des expériences qui se sont développées en URSS et aux USA :

— le linking hydraulique,
— le linking pneumatique, et
— le linking électrique basé sur le passage d'un courant de fort ampérage, qui provoque un élargissement des fissures par chauffage, séchage et distillation du charbon « in situ ».

Cette dernière technique étant apparemment fort onéreuse, notre attention s'est portée, par priorité, sur l'utilisation d'eau et d'air à haute pression et, au cours d'une réunion de travail à laquelle participaient des délégués de la N.V. Kempense Steenkolenmijnen, de l'Institut d'Hygiène des Mines, de l'Institut Français du Pétrole et de l'INIEX, un programme d'expérimentation a été mis au point en vue de réaliser une tentative de linking entre deux sondages parallèles, distants de 80 m, forés vers le bas à partir d'un bouveau, jusqu'à la recoupe d'une veine située en site vierge.

La première partie de ce programme (linking hydraulique) a été entreprise dès le mois de juillet au

siège Zolder qui dispose du matériel nécessaire au forage des trous et à l'injection de l'eau à haute pression (matériel de télé-infusion).

La seconde expérience (linking pneumatique) pourrait avoir lieu au début de 1976 au siège Beringen qui dispose d'un réseau d'air comprimé à 180 bars, utilisé pour l'alimentation des locomotives.

153. *Contacts avec les chercheurs étrangers*

Indépendamment des voyages d'études aux USA et en URSS, des contacts ont été pris avec les chercheurs allemands et français, en vue de promouvoir une coopération internationale, dans le cadre des Communautés Européennes.

Le 10 mars, MM. Ledent, Stassen et Chandelle ont participé à un colloque organisé à l'Institut de Recherches Nucléaires de Jülich (Kernforschungsanlage) sur le thème : « Problèmes et possibilités de la gazéification du charbon « in situ ».

M. Ledent y a présenté l'orientation des recherches belges dans un exposé ayant pour titre : « Plaidoyer pour la gazéification souterraine à haute pression »

Le 20 juin, après un premier contact pris avec la Direction Générale du Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France, trois délégués du CERCHAR ont passé une journée à l'INIEX, en vue de discuter des grandes lignes du projet belge et de présenter un rapport à la Direction des Charbonnages de France.

Au cours du mois d'octobre, un débat a eu lieu à l'INIEX avec les chercheurs du NCB et des Nederlandse Staatsmijnen qui s'intéressent à la gazéification souterraine.

Des exposés d'information ont été présentés à Bruxelles le 5 novembre dans le cadre des journées d'études « Energie » organisées par la K.VIV et à Charleroi le 26 novembre à l'initiative des amicales des Associations d'Ingénieurs.

Enfin, à la demande du Ministère de la recherche de la RFA, un premier contact a été établi au niveau ministériel en vue de promouvoir une collaboration entre la Belgique et l'Allemagne pour la réalisation d'une première expérience « in situ ».

16. *CARRIERES*

161. *Etude des vibrations dues aux travaux à l'explosif*

Cette étude a concerné des cas très divers

1611. *Carrières*

Les enregistrements des vibrations se sont poursuivis dans différentes carrières, soit à titre d'étude, soit à titre de contrôles demandés par l'Administration des Mines.

A la carrière de Quenast, le dépouillement des mesures est terminé (322 tirs). On a recherché les relations entre vitesse maximale par tir, et amplitude et fréquence associées à celle-ci, vis-à-vis de $D/\sqrt{c}$, pour les différentes charges :

D = distance du point de mesure au centre du tir

c = charge envisagée : charge totale ou charge de la volée la plus chargée, ou charge de la 1ère volée, ou charge de la 2ème volée, ou charge des 2 premières volées, ou charge moyenne.

1612. *Grottes*

On a demandé à l'Iniex de déterminer les limites des charges d'explosif à utiliser à quelque 600 m des grottes de Remouchamps (bretelle de l'autoroute), heureusement dans des bancs calcaires différents et parsemés de remplissages argileux.

Comme il s'agit de grottes visitées par le public, les tirs ne devaient engendrer dans ces grottes aucune vibration, dont la vitesse fût mesurable, si minime fût-elle. Car, d'après l'expérience que nous avons sur les tirs effectués au voisinage des grottes de Hampteau, la répétition des tirs a un effet analogue à la fatigue dans les aciers ; c'est-à-dire qu'il peut se produire des chutes de petites pierres au bout d'un certain nombre de tirs à faible vitesse de vibration, alors que chacun de ces tirs pris isolément ne pourrait causer aucune gêne. Ceci explique qu'il n'existe aucune norme concernant les vibrations dans les grottes.

Les charges limites ont pu être fixées à la suite d'une série d'essais.

13. *Appareils de laboratoire*

Certains appareils utilisés dans des laboratoires de cherches sont très sensibles aux vibrations et ne ivent pas être influencés par des tirs de mines écutés à proximité.

L'Iniex a été intéressé à cette question à propos de xtension éventuelle d'une carrière en direction une usine équipée d'un laboratoire de recherches et contrôles.

L'exploitation dans cette carrière étant encore fort oignée de l'usine, on a choisi un site ayant des ractéristiques analogues. Sur la base d'essais écutés sur ce site, on a estimé les charges d'explosif lérables vis-à-vis des appareils du laboratoire.

1614. *Centrale électrique*

A la centrale de pompage de Coo, il faut creuser à l'explosif les galeries d'adduction d'eau aux groupes électrogènes supplémentaires à installer. Les tirs posent un problème en ce qui concerne certains relais de protection à cadre mobile, fort sensibles aux vibrations.

Nous avons pu vérifier que la limite de 5 mm/s pour la vitesse de vibration, imposée en Allemagne aux carrières proches de centrales électriques, est très voisine de la limite de 0,6 g pour l'accélération de vibration imposée vis-à-vis des relais à cadre mobile de Coo.

---

2. Section « Laboratoire d'analyse et de recherches industrielles »

21. *INDUSTRIES EXTRACTIVES*

211. *Charbon et coke*

111. *Essais préliminaires en vue de la gazéification souterraine des charbons*

Dans le cadre général de la mise au point d'un rocédé de gazéification souterraine du charbon sous ression, on a effectué une série d'essais en vue de réciser l'influence de la pression et des variations de ression sur la cinétique des réactions hétérogènes ntre l'oxygène et le charbon. Les résultats obtenus ont indiqués au § 152. Ils ont également fait l'objet 'un exposé à la Table Ronde « Valorisation chimique t physique du charbon », organisée par la Commision des Communautés Européennes les 24 et 25 eptembre à Maastricht.

Le laboratoire a également effectué le contrôle de la onductivité, du résidu sec et de la teneur en chlorure e l'eau utilisée pour les essais de linking au siège older. 45 échantillons ont été testés durant les mois e novembre et décembre.

112. *Etude de gisement*

.. *Gisement houiller de l'Antarctique*

Nous avons poursuivi l'étude des charbons d'un isement houiller en provenance de l'Antarctique. appelons que ce gisement a été fortement influencé ar des phénomènes volcaniques intenses et que, otamment pour la recherche pétrolière, il y a un rand intérêt à bien connaître l'influence de la empérature sur les propriétés de la matière organiue des roches (cfr nos publications antérieures sur la yrolyse des roches à kérogène, les lignites et les acéraux des houilles).

Après l'étude de 40 échantillons supplémentaires provenant d'une deuxième séquence géologique, il est apparu que le gradient d'augmentation du rang des charbons soumis à l'influence volcanique pouvait être fort variable, mais toujours très nettement supérieur à celui qui est dû à l'enfouissement normal. On a aussi montré que le charbon, moins bon conducteur de la chaleur que la roche encaissante, était moins évolué à l'intérieur de la veine qu'à sa périphérie. Ces résultats ayant été récemment confrontés à des résultats obtenus dans d'autres gisements, lors d'études similaires effectuées sur la matière organique dispersée des roches, et s'étant révélés analogues, il s'avère d'un grand intérêt de poursuivre cette étude fondamentale sur le gisement de l'Antarctique, en mesurant aussi le pouvoir réflecteur de la matière organique des roches encaissantes.

B. *Gisement houiller du nord-est de la Bulgarie*

A la demande de l'Institut de Géologie de Sofia, nous avons collaboré à l'étude d'échantillons de houille provenant de sondages effectués dans un nouveau gisement houiller du nord-est de la Bulgarie. Les échantillons dont nous disposions ont indiqué, tant par le pouvoir réflecteur que par les spores extraites, qu'il s'agit d'une zone d'évolution correspondant à des charbons 1/2 gras. Les rares spores déterminables situent cette zone entre le Viséen moyen et le Namurien inférieur.

2113. *Charbons à coke*

Dans l'étude systématique des charbons à coke importés en Belgique, effectuée pour le Département « Economie Charbonnière » du Ministère des Affai-

res Economiques, 24 échantillons en provenance de nos principales cokeries ont été analysés tant en ce qui concerne leurs propriétés chimiques que pétrographiques et cokéfiantes (analyse immédiate, teneur en soufre, essai dilatométrique Audibert-Arnu, gonflement au creuset, analyse réflectométrique).

Nous avons, par ailleurs, constaté que certains d'entre eux étaient constitués de mélanges de plus en plus complexes contenant des charbons allant des anthracites aux flambants.

Nous avons également poursuivi l'étude d'échantillons de charbons à coke importés, pour certaines cokeries et, à la demande de l'une d'elles, nous avons procédé à l'analyse pétrographique détaillée (des macéraux et des microlithotypes) de tous les échantillons de charbons polonais dont nous disposons, car certains d'entre eux posent des problèmes sérieux pour leur cokéfaction du fait, d'une part, de leur teneur anormalement élevée en inertinite et, d'autre part, de la présence d'un certain pourcentage de charbons trop peu évolués.

Enfin, nous avons poursuivi notre collaboration aux travaux de la Commission des Applications Industrielles du Comité International de Pétrographie des Charbons, qui recherche les meilleures formules de prédiction de la qualité des cokes, en se basant sur les résultats des analyses pétrographiques.

212. *Pétrole et gaz naturel*

Pour le Service de Géochimie de Labofina, nous avons poursuivi régulièrement l'étude du degré de houillification (rang) de la matière organique finement dispersée dans des roches provenant de sondages effectués dans différentes régions de prospection pétrolière. Cette détermination du rang, obtenue par la mesure du pouvoir réflecteur de la vitrinite ou de l'huminite présente dans les roches, a porté sur une centaine d'échantillons.

La demande d'une détermination quantitative du degré de maturation de la matière organique s'accompagne maintenant d'une demande d'étude de la nature et de la qualité de la matière organique rencontrée. Il apparaît, en effet, qu'une telle étude qualitative peut permettre de préciser la nature des produits pétroliers attendus. Ainsi, un milieu organique à prédominance ligneuse est défavorable aux hydrocarbures liquides et ne peut former que du gaz ; des milieux organiques mixtes pourront évoluer vers des types variables d'hydrocarbures.

La caractérisation et la détermination de la nature de la matière organique des roches mères s'effectuent au moyen du microscope optique, en combinant les examens en lumière réfléchie, transmise et fluorescente.

Par ailleurs, faisant suite aux résultats obtenus lors de pyrolyses de roches à kérogènes, de lignites et de charbons, nous avons continué, en collaboration avec Labofina, l'étude de l'évolution des propriétés optiques de la matière organique figurée soumise à une diagenèse artificielle. Les conditions expérimentales ont été modifiées, la température de traitement ayant été abaissée de 500 à 300°C afin d'obtenir une évolution moins brutale des caractères de la matière organique. Ainsi, un schiste caractérisé par un pouvoir réflecteur (sur vitrinite ou huminite) de 0,38 % et qui, après avoir été chauffé à 500°C pendant 30 minutes, passe à un pouvoir réflecteur de 1,82 %, a été soumis à une température de 300°C pendant des périodes de plus en plus longues. Après une durée de traitement de 384 heures, le pouvoir réflecteur a atteint seulement une valeur de 0,68 %. Les expériences se poursuivent pour atteindre progressivement un pouvoir réflecteur d'environ 1,00 %, valeur correspondant au saut de houillification des charbons et à la « deadline » des kérogènes. Ces données seront confrontées et comparées aux résultats obtenus, sur les mêmes échantillons, avec des critères géochimiques.

213. *Industrie de la chaux*

A la demande d'un exploitant de carrière de calcaire, nous avons déterminé la vitesse de décarbonatation, à 1000°C, de 12 échantillons de calcaire et nous avons comparé les résultats avec ceux obtenus précédemment et publiés dans le Bulletin Technique « Mines et Carrières » n° 132 de juillet 1971.

22. *ENVIRONNEMENT*

221. *Réseau de contrôle des retombées dans les régions wallonnes à caractère ou à vocation industrielle*

Le 24 janvier 1975, M. De Saegher, Ministre de la Santé Publique, a signé avec l'association de recherche formée par l'INIEX, l'ADEC et l'IEGSP, un contrat pour exploiter, pour le compte de ce Ministère, le réseau continu de jauges d'Owen comprenant 350 points de prélèvement, établi par l'association en 1974.

En ce qui concerne le laboratoire de Liège, la réalisation de ce contrat a comporté l'exploitation de 153 jauges de dépôt couvrant, d'une part, le sillon industriel mosan depuis Namur jusque Lanaye (132 jauges) et, d'autre part, les zonings industriels de la Province de Liège, à Waremme, Villers-le-Bouillet, Battice, Eupen, Petit-Rechain, Lambermont et Welkenraedt. Une jauge témoin a été aussi installée au barrage de la Gileppe.

Tous les 28 jours, on procède, sur le contenu des jauges, aux déterminations suivantes :

- mesure du pH de l'eau recueillie,
- mesure du volume d'eau,
- détermination de la masse des matières solubles et des matières insolubles déposées,
- détermination de la masse des ions SO_4.

Le contrat passé avec le Ministère de la Santé Publique prévoit une étude chimique plus poussée de certains anions dans les solubles et de certains cations dans les insolubles. Ces analyses complémentaires sont effectuées sur les échantillons moyens d'un trimestre de chaque station.

En ce qui concerne la détermination des cations dans les insolubles, le laboratoire de Liège, qui ne disposait pas du matériel analytique nécessaire, a procédé à la mise en solution des échantillons dont le laboratoire de Pâturages a déterminé, par spectrométrie d'absorption atomique, les teneurs en fer, chrome, zinc, cadmium, plomb, calcium et mercure.

Sur un échantillon moyen des eaux recueillies, le laboratoire a aussi déterminé la concentration en fluor, nitrates et phosphates.

Au cours de l'année 1975, pour l'ensemble du réseau contrôlé par la section de Liège, nous avons procédé à :

- 1972 déterminations de la masse soluble, insoluble et totale des retombées et de celle des ions SO_4,
- 612 mises en solution des matières insolubles ;
- 460 déterminations des teneurs en fluor, nitrates et phosphates.

Compte tenu d'une pollution atmosphérique particulière dans la région d'Engis, nous y avons doublé 6 stations depuis le début du mois d'août. Sur le contenu de ces jauges supplémentaires, nous avons déterminé mensuellement :

- la teneur en fluorure dans les matières insolubles,
- les teneurs en fluorure, sulfate, nitrate et phosphate des eaux recueillies.

L'ensemble des résultats quantitatifs et qualitatifs obtenus en 1975 seront publiés par les soins du Ministère de la Santé Publique. Nous présentons ci-joint les cartes trimestrielles et annuelle des retombées totales observées dans la région liégeoise, en 1974. Les cartes correspondantes de 1973 ont paru dans notre rapport annuel de 1974 et celles de 1972 dans notre rapport annuel de 1973. Toutes ces cartes ont été réalisées, rappelons-le, grâce à l'ordinateur de l'Institut Royal Météorologique, institution que nous tenons à remercier tout particulièrement pour cette aide essentielle apportée à nos travaux.

Une étude comparative des cartes d'isopollutions de ces trois années successives montre que la situation générale de la pollution atmosphérique par les retombées, dans la région liégeoise, ne s'est pas sensiblement modifiée. A partir du deuxième trimestre de 1974, on constatera que l'installation de 17 nouvelles jauges situées, en particulier, en périphérie de la zone étudiée, a permis de mieux préciser les limites des secteurs d'isopollution et de montrer notamment que 80 % au moins des quelque 315 km^2 ainsi étudiés dans la région liégeoise, ont un niveau de retombée inférieur à 400 $mg/m^2/jour$, niveau considéré, en République Fédérale d'Allemagne par exemple, comme acceptable pour un milieu urbain non industriel.

Par ailleurs, on voit que la limite de pollution supérieure à 600 $mg/m^2/jour$ ne s'écarte guère de la vallée de la Meuse proprement dite, même dans les zones les plus polluées d'Ougrée-Seraing, Jemeppe et Engis. Dans cette région de Seraing-Ougrée-Jemeppe, qui nous montre toujours le niveau le plus élevé de retombée, celui-ci a fluctué légèrement (au maximum de 10 %), en bonne concordance avec les fluctuations du niveau de production de l'acier brut dans cette même région, tandis que, dans la région des cimenteries au nord de Liège (Lixhe, Haccourt, Lanaye), après une diminution de l'ordre de 8 % en 1973, qui correspondait à une légère diminution de production, le niveau des retombées a encore un peu diminué en 1974, en dépit d'une réaugmentation de production à un niveau supérieur à celui de 1972.

222. *Participation au réseau national « SF » (soufre-fumée) du Ministère de la Santé Publique*

Les 13 stations contrôlées par le laboratoire sont réparties comme suit :

— 7 dans la province de Limbourg,
— 5 dans la province de Liège,
— 1 dans la province de Luxembourg.

Les appareils sont contrôlés chaque semaine et on a procédé à quelque 5.400 dosages de SO_2 et de fumées.

223. *Participation au réseau national de contrôle automatique de la qualité de l'air du Ministère de la Santé Publique*

Nous avons continué notre participation à l'élaboration du réseau national de contrôle automatique de la qualité de l'air que le Ministère de la Santé Publique implante, en ce moment, dans les cinq grandes agglomérations du pays, en participant aux réunions du Groupe « Quadrige » chargé de la réalisation de ce réseau.

224. *Autres études de retombées*

A la demande de l'Administration des Mines, nous avons poursuivi l'étude des retombées à :

— Chanxhe : 3 stations,
— Burcht : 4 stations,
— Turnhout : 4 stations,
— Houthalen : 4 stations,
— Zolder : 3 stations,
— Loncin : 1 station.

Les retombées de ces 19 stations font aussi l'objet d'analyses mensuelles.

225. *Autres études Soufre-Fumée*

Outre la station d'INIEX-Liège, 1 appareil SF est installé à Ougrée, 3 aux alentours de la centrale thermique d'Helchteren-Zolder, 1 à Loncin aux alentours d'une usine émettant du carbon-black et, depuis le mois de septembre, 1 à Beerse, aux environs des briqueteries.

Les prélèvements journaliers ainsi effectués sont analysés chaque semaine.

226. *Etude de cas typiques de pollution industrielle*

2261. *Etude de la pollution atmosphérique engendrée par une usine d'enduction de tôles du bassin mosan*

Une usine du bassin mosan rejette dans l'atmosphère, au cours du processus d'enduction de tôles, des vapeurs organiques provenant des solvants utilisés. Suite aux plaintes déposées par plusieurs habitants du voisinage de l'usine, l'Administration des Mines nous a demandé d'effectuer une série de mesures du niveau de pollution dans l'environnement immédiat de l'usine incriminée.

Les concentrations des polluants dans l'atmosphère étant trop faibles pour pouvoir être déterminées par l'analyse directe des prélèvements d'air ambiant, il s'est avéré nécessaire d'effectuer ces prélèvements avec enrichissement simultané de ces produits.

Les premiers essais, commencés en 1974, nous ont montré que les techniques utilisées lors de précédentes campagnes de mesure ne donnaient que des résultats médiocres. C'est pourquoi, nous avons été amenés à effectuer d'abord une étude bibliographique complète et critique des différentes méthodes proposées dans la littérature pour effectuer ce type d'analyse. Divers essais réalisés ensuite, en se basant sur la plupart des techniques proposées, nous ont montré qu'il n'existait aucune méthode simple et précise de prélèvement avec enrichissement et d'analyse des polluants organiques dans l'air à l'immission. Aussi, avons-nous été obligés de mettre au point une méthode d'analyse détaillée de ces vapeurs organiques, non seulement pour étudier le processus typique de cette pollution, mais encore pour déterminer les sources de pollution éventuelles autres que celles de l'usine incriminée et qui pourraient interférer avec celles-ci.

De nombreux essais préliminaires ayant montré l'intérêt de l'utilisation d'adsorbant hydrophobe, nous avons concentré nos recherches sur l'utilisation de polymères réticulés pour le prélèvement des polluants organiques. Parmi les différents produits proposés dans le commerce, notre choix s'est fixé sur le « Tenax GC », polydiphénylène-oxyde qui, grâce à ses propriétés remarquables, nous a permis de l'utiliser à la fois comme adsorbant, pour le prélèvement, et comme produit de remplissage des colonnes chromatographiques, pour l'analyse en chromatographie en phase gazeuse des substances piégées. Nous basant sur ces mêmes propriétés, nous avons mis au point la méthode originale, simple et précise suivante : une colonne chromatographique en acier inoxydable, de 3 m de longueur et de 1/8'' de diamètre, est remplie d'environ 2,2 g de Tenax GC, 60-80

nesh. Le prélèvement avec enrichissement des pol-
uants est réalisé par passage direct d'un certain vo-
ume d'air sur la colonne. Après prélèvement, la co-
onne est placée directement dans le chromatographe
t les produits qui y sont piégés sont désorbés par
hauffage de la colonne, puis analysés.

Cette méthode a été utilisée avec succès pour le rélèvement, l'analyse et le dosage de 14 substances rganiques contenues dans les solvants des peintures tilisées pour l'enduction des tôles. Parmi ces subs- ances, on trouvait des produits tels que la néthyl-éthyl-cétone et le benzène, dont les points 'ébullition sont peu élevés : respectivement 79,6 et 0,1 °C.

Les rendements quantitatifs ont été obtenus par rélèvement, à température ambiante et à vitesse omprise entre 2 et 7 ml / min. Le volume d'air aspiré travers la colonne était compris entre 0,5 et 5 litres, uivant la durée du prélèvement.

La figure 10 donne, à titre d'exemple, le chroma- ogramme correspondant au prélèvement n° 54, où ont indiquées les grandeurs caractéristiques de cha- ue substance, au-dessus de son pic d'élution, à sa- oir : le numéro d'ordre, la température d'élution en C, le temps réel d'élution en minutes et le temps 'élution relatif au toluène, choisi comme étalon. Les ésultats obtenus sont les suivants (tableau VI).

Cette méthode combinée de prélèvement et d'ana- yse peut être appliquée à d'autres substances et onstituer, dès lors, un procédé général d'étude de la ollution atmosphérique d'origine organique. Elle a té testée dans le cas typique qui nous occupait, endant une campagne de mesures systématiques ffectuées dans le voisinage immédiat de l'usine in- riminée, pendant plus d'un mois. Ces mesures (plus le 70) ont mis en évidence la praticabilité de la mé- hode sur le terrain, sa sensibilité et des rendements onstants de 100 % pour les différents produits ana- ysés, même à la plus forte concentration observée 4.600 mg / Nm³ pour le méthyl-éthyl-cétone).

Une publication actuellement à l'impression expo- e en détails l'étude bibliographique préliminaire, la nise au point de la méthode et les résultats obtenus.

2262. *Travaux de mise au point de divers appareils automatiques de mesure de polluants à l'immission.*

En 1975, le laboratoire a acquis divers appareils utomatiques pour la mesure en continu de certains olluants gazeux dans l'environnement (fig. 11).

Le premier, un analyseur spécifique de gaz soufrés racor 270 HA, donne une mesure de H_2S, SO_2 et CH_3SH toutes les 12 minutes environ. Ces 3 composés sont séparés sur une colonne de chromatographie gazeuse et détectés par photométrie de

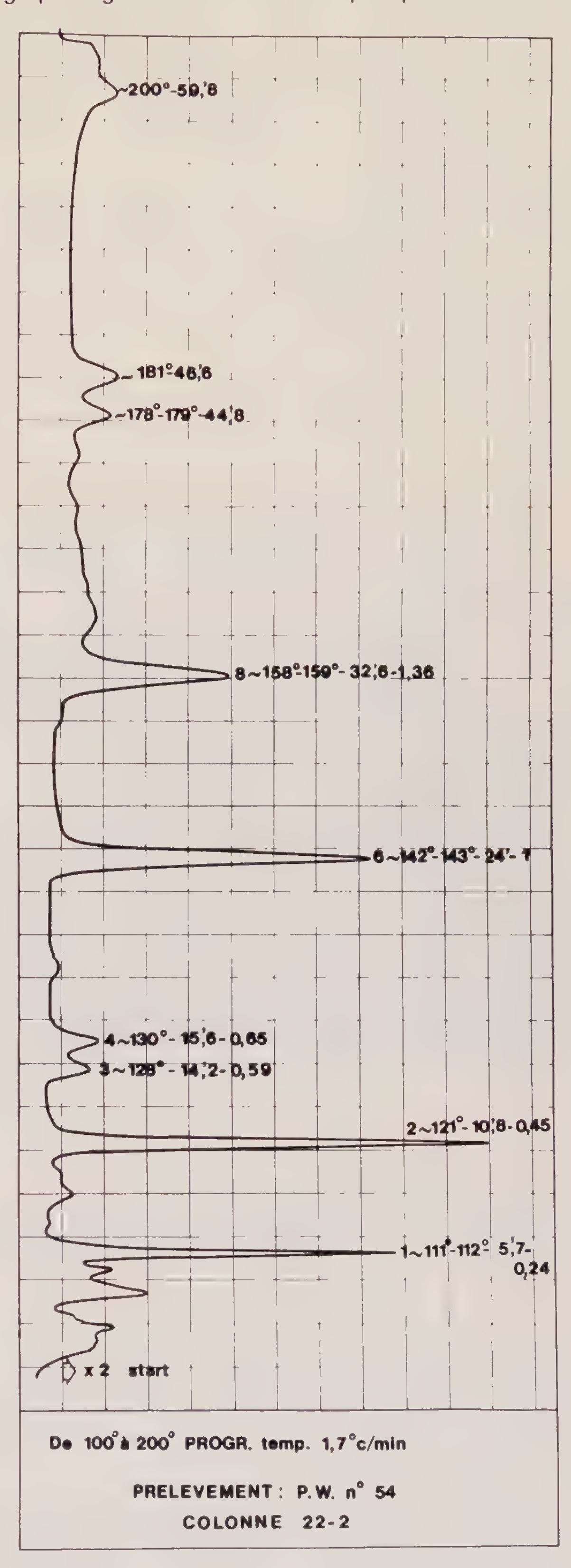


Fig. 10 : Analyse type d'un prélèvement d'air pollué par des vapeurs de solvant prélevé dans l'environnement d'une usine d'enduction de tôles.

Tableau VI — *Prélèvement n° 54 :*

Durée du prélèvement : 5 h 40 min.
Volume prélevé : 2,19 litres.
Débit de prélèvement : 6,44 ml/min.

Produits détectés	N° d'ordre	Concentration du polluant	
		en $\mu g/Nm^3$	en ppb de CH^4
Diacétone alcool	1	77	108
Méthyl-éthyl-cétone	2	192	267
Butanol	3	58	81
Benzène	4	31	43
Toluène	6	113	158
Xylène	8	96	134

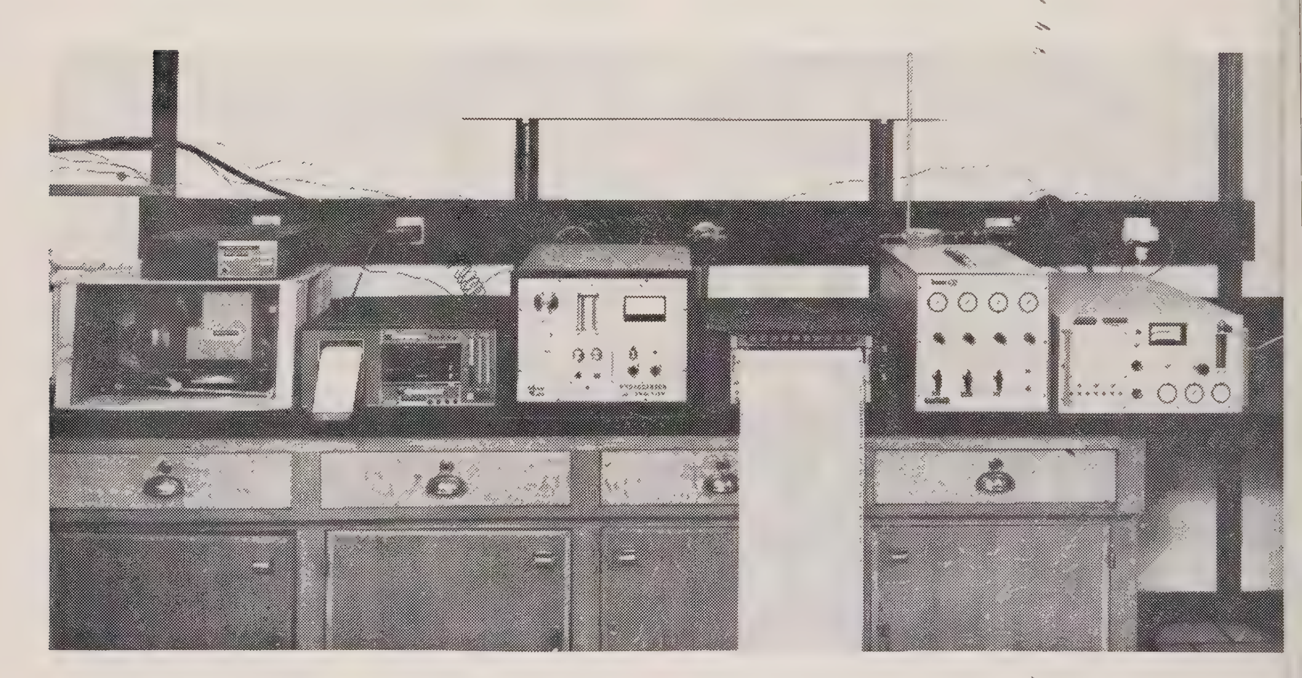


Fig. 11 : Analyseurs de polluants gazeux
et enregistreurs associés.

De gauche à droite :
- Perforateur de bande (Puncher et Punch Controller)
- Datalogger Digitec 1266
- Analyseur H.C. totaux Meloy HG 500
- Enregistreur Texas
- Système d'étalonnage Triperm Tracor 432
- Analyseur de gaz soufrés Tracor 270 HA

flamme. L'appareil est associé à un système d'étalonnage par tubes de perméation Triperm Tracor 431. En fonctionnement automatique, un étalon est injecté après l'analyse de 3 échantillons successifs d'air ambiant.

Le deuxième appareil, un Meloy HC-500, analyse toutes les 10 minutes, par ionisation de flamme, les produits organiques totaux, le méthane ou la différence entre les deux. La séparation est obtenue par combustion catalytique sélective.

Chaque appareil est relié à un enregistreur graphique Texas Instruments Lab/Test Servo/Riter II. De plus, un enregistreur digital à 20 canaux, type datalogger, Digitec 1266, associé à un système de bande perforée, permet de visualiser, d'imprimer ou de mettre sous forme de bande perforée, les résultats des moniteurs toutes les 1, 2, 10, 20 ou 60 minutes.

Ces divers appareils se sont révélés de manipulation très délicate et leur mise au point définitive pour un usage en continu prolongé n'a pas encore pu être entièrement menée à bien.

MESURE DES RETOMBEES AU MOYEN DES JAUGES DE DEPOT DANS LA REGION LIEGEOISE

Réseau de l'Institut National des Industries Extractives

INIEX

METING VAN DE NEERSLAG MET NEERSLAGKRUIKEN IN HET LUIKSE BEKKEN

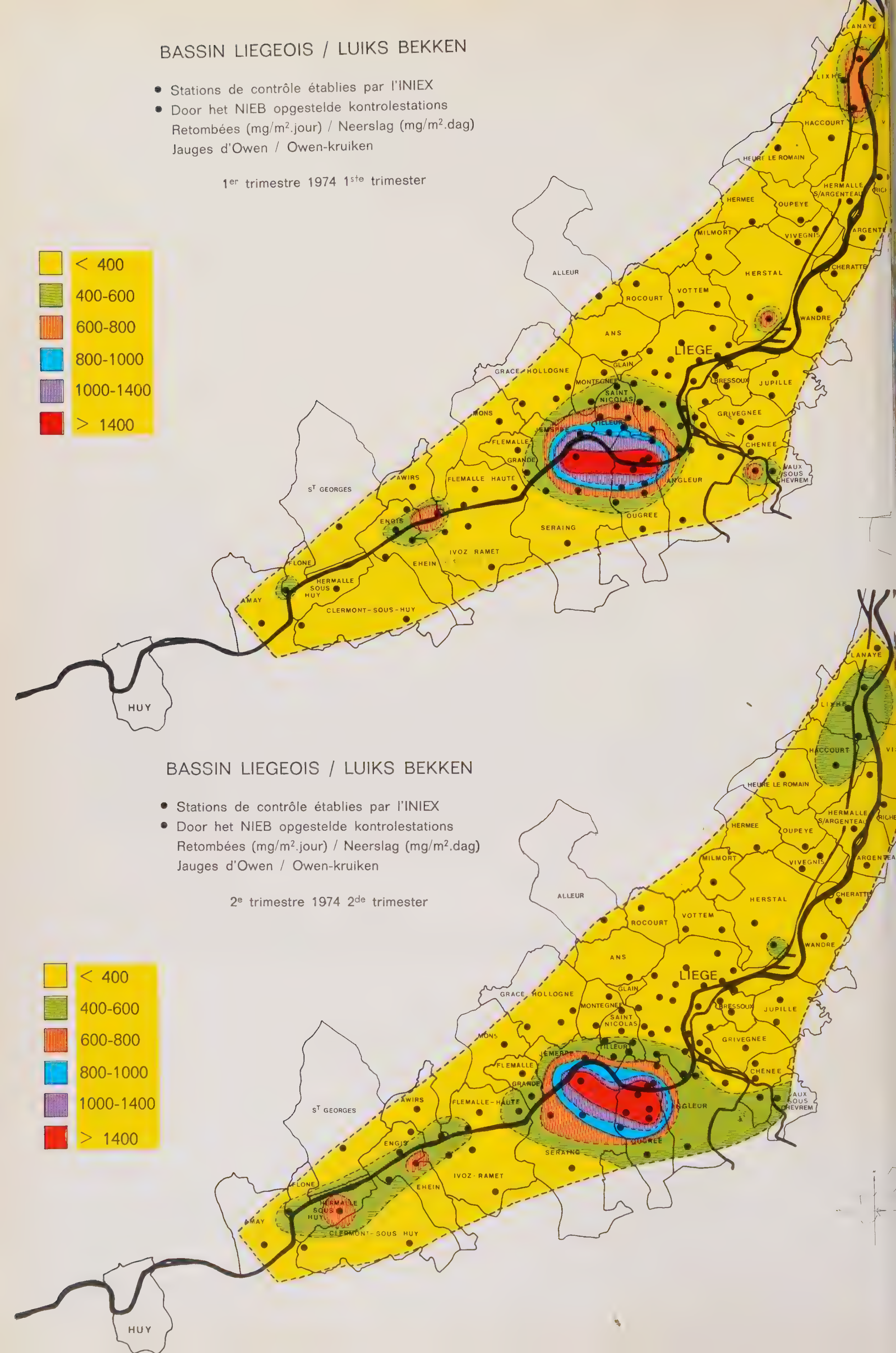
Meetnet van het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven

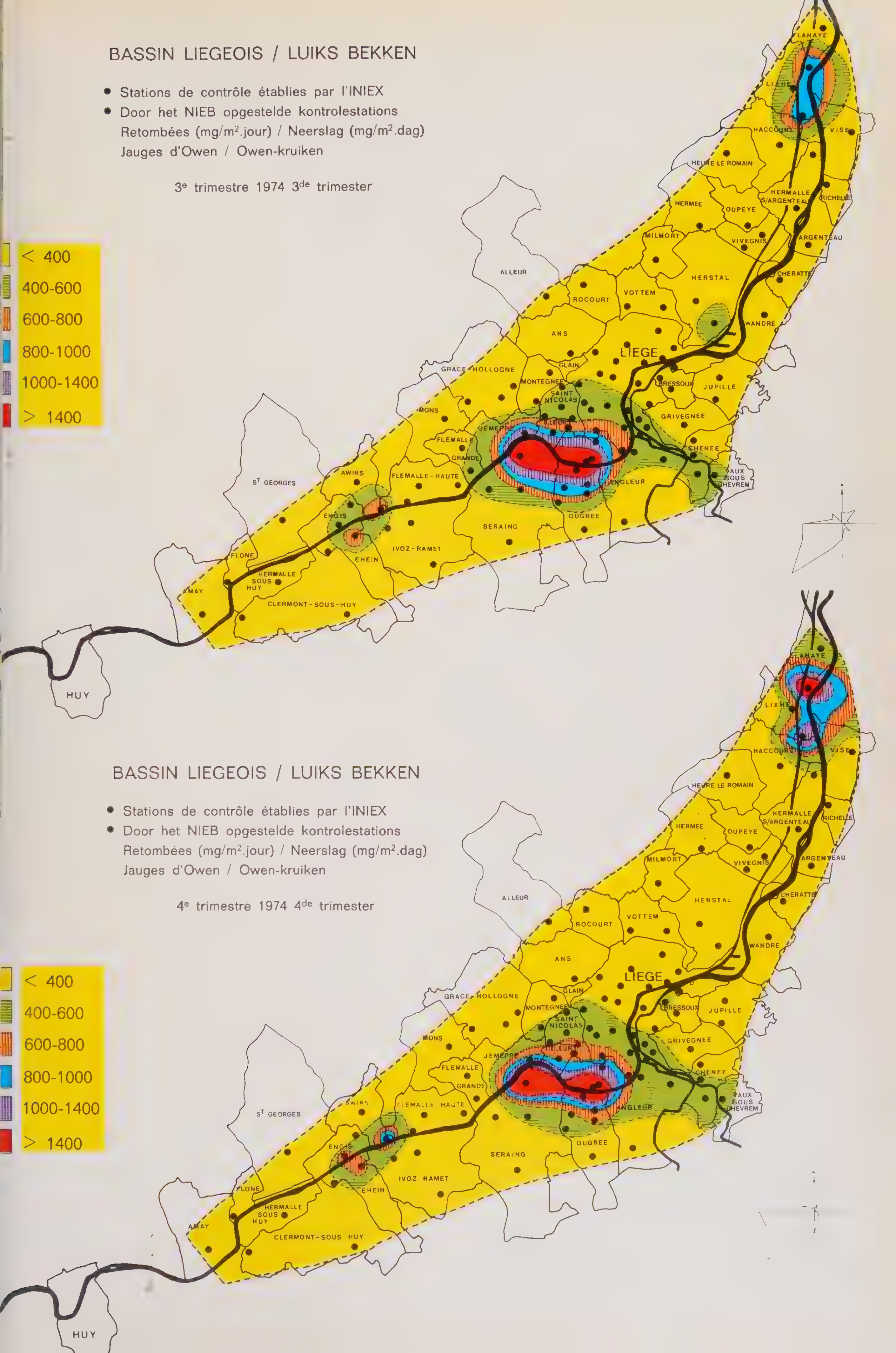
NIEB

Cartes trimestrielles et annuelle

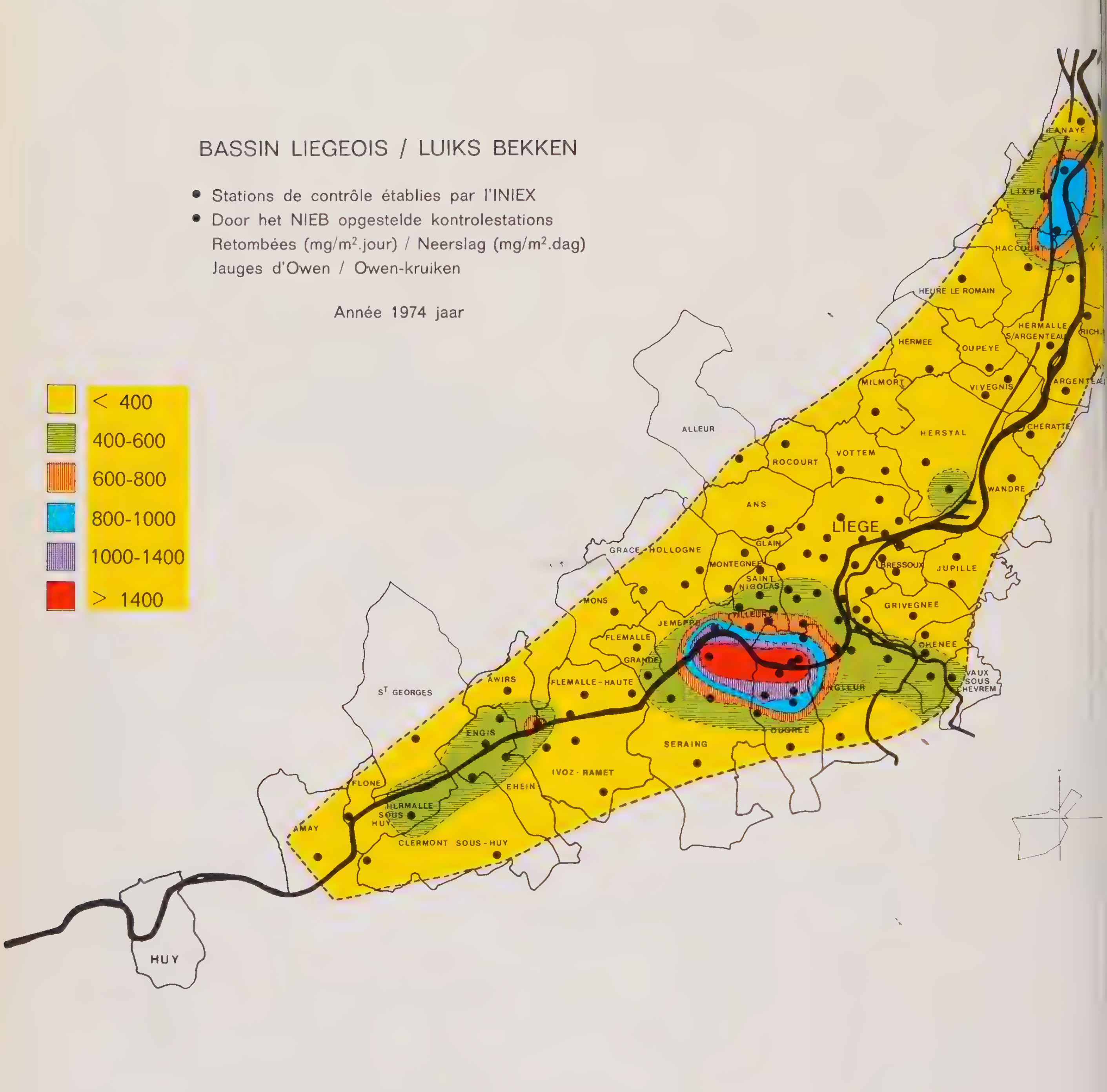
1974

Driemaandelijkse en jaarlijkse kaarten


BASSIN LIEGEOIS / LUIKS BEKKEN
• Stations de contrôle établies par l'INIEX
• Door het NIEB opgestelde kontrolestations
Retombées (mg/m².jour) / Neerslag (mg/m².dag)
Jauges d'Owen / Owen-kruiken
1er trimestre 1974 1ste trimester
< 400
400-600
600-800
800-1000
1000-1400
> 1400
LANAYE
LIXHE
HACCOURT
HEURE LE ROMAIN
HERMALLE S/ARGENTEAU
HERMEE
OUPEYE
MILMORT
VIVEGNIS
ARGENTEAU
CHERATTE
HERSTAL
VOTTEM
ROCOURT
ALLEUR
WANDRE
ANS
LIEGE
GLAIN
GRACE HOLLOGNE
MONTEGNEE
SAINT NICOLAS
BRESSOUX
JUPILLE
GRIVEGNEE
MONS
JEMEPPE
TILLEUR
FLEMALLE GRANDE
CHENEE
VAUX SOUS CHEVREMONT
AWIRS
FLEMALLE HAUTE
ANGLEUR
ST GEORGES
ENGIS
OUGREE
SERAING
IVOZ RAMET
EHEIN
FLONE
HERMALLE SOUS HUY
AMAY
CLERMONT-SOUS-HUY
HUY
BASSIN LIEGEOIS / LUIKS BEKKEN
• Stations de contrôle établies par l'INIEX
• Door het NIEB opgestelde kontrolestations
Retombées (mg/m².jour) / Neerslag (mg/m².dag)
Jauges d'Owen / Owen-kruiken
2e trimestre 1974 2de trimester
< 400
400-600
600-800
800-1000
1000-1400
> 1400



BASSIN LIEGEOIS / LUIKS BEKKEN
Stations de contrôle établies par l'INIEX
Door het NIEB opgestelde kontrolestations
Retombées (mg/m².jour) / Neerslag (mg/m².dag)
Jauges d'Owen / Owen-kruiken
3e trimestre 1974 3de trimester
< 400
400-600
600-800
800-1000
1000-1400
> 1400
LANAYE
LIXHE
HACCOURT
VISE
HEURE LE ROMAIN
HERMALLE S/ARGENTEAU
RICHELLE
HERMEE
OUPEYE
MILMORT
VIVEGNIS
ARGENTEAU
ALLEUR
HERSTAL
CHERATTE
ROCOURT
VOTTEM
WANDRE
ANS
LIEGE
GLAIN
GRACE-HOLLOGNE
MONTEGNEE
BRESSOUX
JUPILLE
SAINT NICOLAS
MONS
GRIVEGNEE
JEMEPPE
FLEMALLE GRANDE
CHENEE
VAUX SOUS CHEVREMONT
AWIRS
FLEMALLE-HAUTE
ANGLEUR
ST GEORGES
ENGIS
OUGREE
SERAING
IVOZ-RAMET
EHEIN
FLONE
HERMALLE SOUS HUY
AMAY
CLERMONT-SOUS-HUY
HUY
BASSIN LIEGEOIS / LUIKS BEKKEN
Stations de contrôle établies par l'INIEX
Door het NIEB opgestelde kontrolestations
Retombées (mg/m².jour) / Neerslag (mg/m².dag)
Jauges d'Owen / Owen-kruiken
4e trimestre 1974 4de trimester
< 400
400-600
600-800
800-1000
1000-1400
> 1400



BASSIN LIEGEOIS / LUIKS BEKKEN
Stations de contrôle établies par l'INIEX
Door het NIEB opgestelde kontrolestations
Retombées (mg/m².jour) / Neerslag (mg/m².dag)
Jauges d'Owen / Owen-kruiken
Année 1974 jaar
< 400
400-600
600-800
800-1000
1000-1400
> 1400
LIEGE
HUY
SERAING
HERSTAL
ANS
ROCOURT
VOTTEM
ALLEUR
GRACE-HOLLOGNE
MONTEGNEE
GLAIN
SAINT NICOLAS
TILLEUR
JEMEPPE
MONS
FLEMALLE GRANDE
FLEMALLE-HAUTE
AWIRS
ST GEORGES
ENGIS
FLONE
HERMALLE SOUS HUY
AMAY
CLERMONT SOUS-HUY
EHEIN
IVOZ-RAMET
OUGREE
ANGLEUR
CHENEE
VAUX SOUS CHEVREM
GRIVEGNEE
BRESSOUX
JUPILLE
WANDRE
CHERATTE
ARGENTEAU
VIVEGNIS
OUPEYE
HERMEE
MILMORT
HERMALLE S/ARGENTEAU
HEURE LE ROMAIN
HACCOURT
LIXHE
LANAYE

227. *Participation à des travaux de mise au point et de normalisation des méthodes de mesure de la pollution atmosphérique*

Nous continuons à participer aux travaux de mise au point et de normalisation des méthodes de mesure de la pollution atmosphérique au sein de la Commission « Qualité de l'Air » de l'Institut Belge de Normalisation.

. . .

23. *POLYMERES*

L'incorporation de matières minérales et l'amélioration de la tenue au feu restent les deux principaux thèmes de recherches de la section polymères. Comme les années précédentes, une part importante de l'activité est réservée à une aide technologique diversifiée en faveur de l'industrie.

231. *Incorporation de matières minérales*

2311. *Bétons et mortiers résineux*

Quelques pièces à base de résines de polyester fortement chargées de poudre d'ardoise ont été coulées ; elles seront soumises à différents essais, notamment de vieillissement naturel.

Un revêtement de sol en résines époxydes chargées de matières minérales à haute résistance à l'abrasion a été exécuté sur quelque 35 m² dans un local destiné à la fabrication de moules et de pièces en stratifié ou en béton résineux. Après plusieurs mois, aucune dégradation n'est apparue malgré l'emploi de solvants et de résines.

La mise en œuvre de bétons résineux pour la réalisation de mobiliers urbains ou de jardin est actuellement à l'étude. Une première étape a permis de définir la géométrie et les caractéristiques des moules. Des aspects de surface variés ont été obtenus, soit en modifiant la charge minérale, soit en pigmentant la résine.

Une série d'essais a également été effectuée en vue d'étudier les possibilités d'utilisation des résines acryliques comme liant.

2312. *Bétons de ciment-résine*

En vue de la fabrication d'éléments de construction massifs, pour lesquels le prix du béton résineux devient prohibitif, des additifs résineux ont été incorporés en pourcentages variables à des formulations à base de liants hydrauliques. Si les caractéristiques sont en général améliorées par rapport aux bétons classiques sans additifs, l'effet décoratif est difficile à obtenir et nécessite la mise en œuvre de techniques artisanales de préparation et de finition.

2313. *Amélioration des performances des matières plastiques*

L'incorporation de diverses charges minérales dans des polymères thermoplastiques s'est poursuivie et les caractéristiques mécaniques des produits finis ont été mesurées. La comparaison des propriétés des formulations étudiées (résistance en traction, en flexion, au choc, point Vicat, modules d'élasticité statique et dynamique ...) permet de constater que la nature et le type de charges ont une action sur le comportement du produit fini. Si pour une craie ou une dolomie, on obtient assez rapidement une décroissance des caractéristiques mécaniques d'un PVC, il n'en va pas de même lorsqu'on incorpore du talc, du mica ou mieux encore de la poudre d'amiante. Les différences obtenues dépendent du type de PVC (rigide ou plastifié) et du taux en plastifiant.

2314. *Colles pour matériaux pierreux*

L'étude du collage du petit granit a nécessité un grand nombre d'essais mécaniques (flexion, traction, choc, compression, cisaillement) et thermiques (essais dilatométriques, essais en chambre thermostatique) avant et après différents traitements (cycles gel-dégel, immersion dans l'eau, recuit). Plusieurs formulations ont été testées et comparées à des échantillons d'origine commerciale.

Les essais effectués, aussi bien sur les adhésifs que sur des assemblages collés, ont permis de mettre au point une formulation présentant d'excellentes qualités. Cette colle fabriquée industriellement est utilisée pour la réalisation d'éléments architectoniques en petit granit.

Des essais sur l'allègement et le renforcement de panneaux sandwiches, utilisant la pierre en couverture, ont abouti à des résultats favorables : différentes mousses expansées avec le matériau pierreux en fond de coffrage, ou collées directement sur celui-ci, ont été utilisées en vue de réaliser des éléments de dimensions 120 × 60 cm. Les ensembles ont d'abord été soumis à différents traitements (cycles gel-dégel, immersion dans l'eau, polissage sous eau) avant d'être testés (flexion, compression, décollement). Aucune détérioration ni dégradation n'a été observée. Dans le cas où un renforcement s'avère indispensable en vue de conférer notamment des caractéristiques d'autoportance, l'utilisation de fibres de verre imprégnées de résine a été retenue, le positionnement de ce renfort dans le matériau variant suivant l'effet recherché. L'étude se poursuit en vue de définir le type et la dimension des modules à retenir, ainsi que les techniques de collage et d'assemblage les plus rentables.

D'autres essais de collage en carrière ou sur d'autres types de matériaux (matières plastiques, métaux, pierres blanches...) ont également été réalisés.

2315. *Divers*

Les possibilités d'utilisation de résines phénoliques en vue de l'agglomération de matériaux légers (polystyrène, argex, foam-glass...) ou de la réalisation de mousses résistant au feu ont été étudiées ; les différentes formulations envisagées ont mis en évidence les difficultés rencontrées pour préparer des matériaux expansés reproductibles. Si ces mousses phénoliques constituent un liant intéressant au point de vue du comportement au feu, elles semblent plutôt réservées aux productions de séries, pour lesquelles les paramètres température, volume et forme des pièces, sont bien définis et constants. Les phénoliques non expansés ne présentent pas ces inconvénients et constituent une résine de base valable pour la réalisation de matériaux chargés, éventuellement renforcés. Une série d'essais sur des stratifiés phénoliques a mis en évidence l'existence de bonnes caractéristiques mécaniques alliées à un excellent comportement au feu.

232. *Comportement au feu des matériaux*

2321. *Essais pour l'industrie*

Le volume des essais de contrôle de la réaction au feu a encore augmenté par rapport à l'année 1974. Au total, 180 échantillons ont été reçus de l'industrie et l'établissement des procès-verbaux a nécessité plus de 1.500 mesures.

Pour être à même de répondre aux demandes de plus en plus variées, nous avons acquis l'appareillage correspondant à la norme NEN 3883. La cabine d'essai a été livrée et est en cours de montage.

Le test néerlandais mesure la faculté que possède un matériau de s'enflammer sur toute sa surface en présence d'air et sous l'action d'une source rayonnante. La cabine doit encore être pourvue d'une partie complémentaire permettant la mesure de l'opacité des fumées dégagées au cours d'un essai conventionnel.

L'appareillage nécessaire à l'application de la norme EDF-HN 32-80, concernant la non-propagation de l'incendie dans les câbles électriques, est également en cours d'installation.

Dans le courant de l'année 1976, nous envisageons d'équiper le laboratoire de la norme British Standard 476, part 7. Cette norme permet de mesurer la vitesse de propagation des flammes au cours d'un essai avec échauffement par une surface radiante à gaz.

2322. *Influence de charges ou d'ignifugeants sur la réaction au feu d'un PVC*

L'examen comparatif de l'action de plastifiants, de charges et d'ignifugeants sur la mesure de la réaction au feu, suivant l'indice d'oxygène ASTM 2863-70, a été poursuivi.

Il est bien connu que de nombreuses applications du PVC nécessitent l'emploi de plastifiants qui lui confèrent le degré de flexibilité désiré. Les plastifiants abaissent la résistance au feu quelle que soit leur nature. En général, l'indice d'oxygène décroît brutalement en fonction de teneurs croissantes.

La fabrication de mélanges résistant au feu exige, dès lors, l'adjonction d'additifs spéciaux dont le plus efficace s'est révélé être le trioxyde d'antimoine. On peut voir, par exemple, sur la figure 12 que l'incorporation de quantités croissantes de trioxyde d'antimoine aux trois mélanges du type y améliore considérablement leur réaction au feu. On peut voir ainsi que des mesures basées sur la détermination de l'indice d'oxygène fournissent un moyen aisé, d'une part, de contrôler l'influence des matières premières et l'efficacité des additifs sur la réaction au feu et, d'autre part, de préciser la quantité optimum d'ignifugeant qui doit être employée pour un mélange déterminé.

Un canevas similaire, dans lequel le dioctylphtalate est remplacé totalement par du tricrésylphosphate (mélange du type y'), est également donné à la figure 12. L'intérêt de ces canevas réside dans la possibilité de prédire la valeur de l'indice d'oxygène pour trois niveaux de variation dans les formules utilisées :

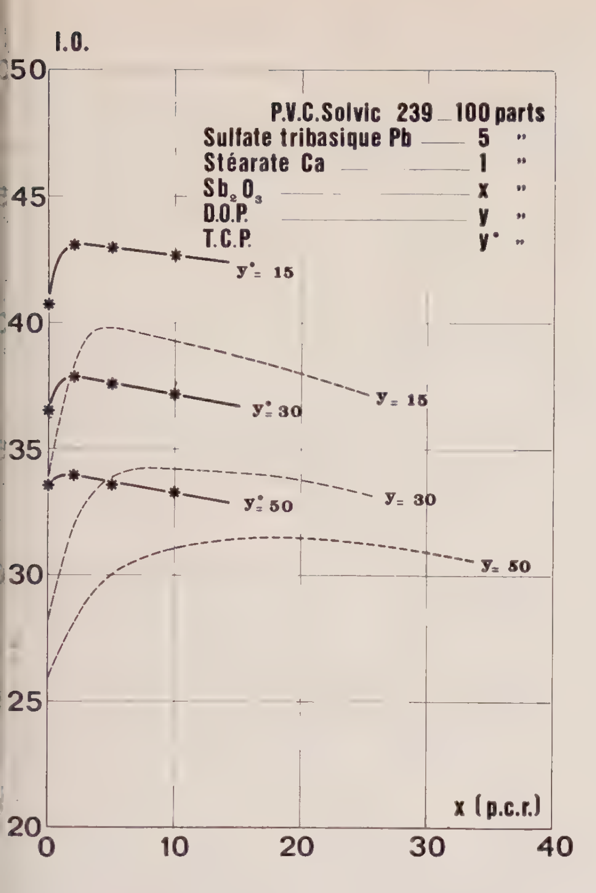


Fig. 12 : Variation de l'indice d'oxygène de PVC plastifiés par du dioctylphtalate ou du tricrésylphosphate et ignifugés par du trioxyde d'antimoine.

— changement du type de plastifiant,
— changement de la teneur en plastifiant,
— changement de la nature et de la teneur d'un additif ou de l'ignifugeant.

La figure 13 illustre une étude similaire dans la- uelle on a examiné l'effet retardateur de l'incorpo- ation d'Aluvit (silicate complexe de Ca, Na et Al), insi que son action conjuguée avec le trioxyde d'an- imoine. Dans le cas du PVC souple contenant 15 arts de dioctylphtalate (y = 15), on peut remarquer ue l'Aluvit utilisée seule, quoiqu'ayant une action ositive, présente une efficacité moindre que le tri- xyde d'antimoine. Par contre, l'action conjuguée les additifs en proportion 50/50 améliore encore ettement la résistance au feu du mélange par rap- ort à l'emploi du trioxyde d'antimoine.

Ces exemples montrent l'intérêt de la méthode. Elle ermet de mettre aisément en évidence des différen- es de combustibilité, de déterminer le taux optimum 'ignifugeant pour un mélange défini et de comparer s coûts de l'ignifugation pour une valeur donnée de réaction au feu.

2323. *Analyse des fumées de combustion*

Le système de combustion, qui va être mis en œuvre dans la recherche entreprise dans le cadre de la Commission Nationale « Recherche-Incendie », est en cours de montage.

Le programme a pour objet la toxicité des fumées de combustion et il portera sur leur analyse chimique, de manière à compléter et à tirer parti de résultats déjà obtenus à l'Université de Gand par voie biologique.

Au cours de l'année écoulée, les mises au point des analyses de mélanges de substances susceptibles d'être présentes dans les fumées ont été poursuivies. Ces analyses seront effectuées, en ordre principal, par chromatographie en phase gazeuse et spectrographie infrarouge couplée à la chromatographie.

Les premiers essais, réalisés à l'aide du spectrophotomètre à balayage rapide couplé au chromatographe, ouvrent des perspectives nouvelles et prometteuses dans le domaine de l'identification.

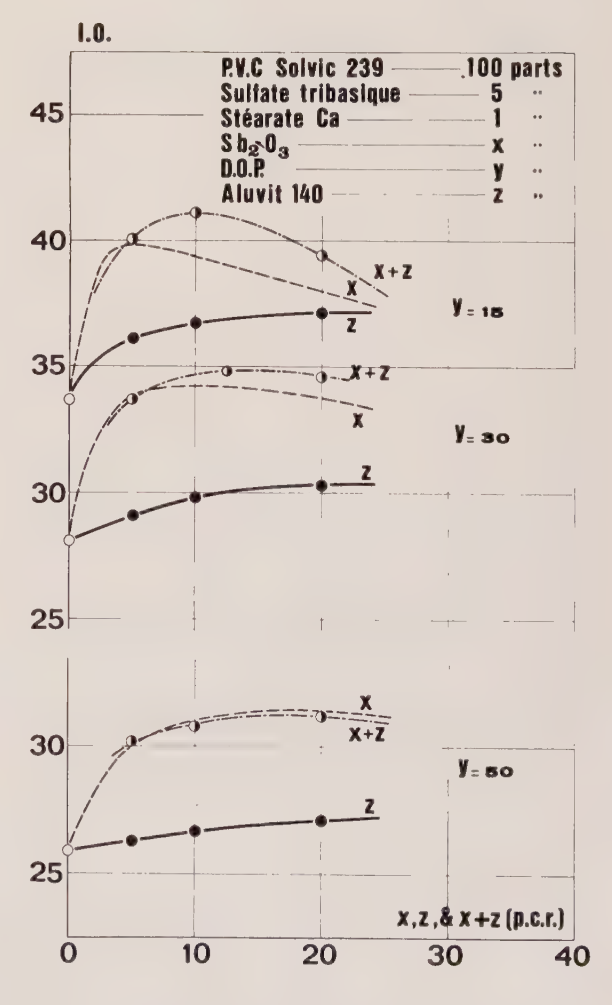


Fig. 13 : Exemple de variation de l'indice d'oxygène de PVC plastifiés par du dioctylphtalate et ignifugés par un mélange binaire d'ignifugeants.

Par ailleurs, l'influence de la nature des ignifugeants sur les teneurs en oxyde de carbone des fumées de combustion de polyesters différemment traités est en cours d'examen.

233. *Analyse thermique*

Par suite de l'affectation du personnel à d'autres tâches et de l'appareillage à d'autres travaux, l'activité du laboratoire d'analyse thermique dans le domaine des polymères a été plus restreinte au cours de cette année.

Des dégradations en atmosphère contrôlée et sous air de matériaux polymériques tels quels ou ignifugés, ont été entreprises par thermogravimétrie en vue de tenter d'expliquer le rôle des ignifugeants sur la réaction au feu des polymères.

La décomposition thermique sous balayage d'air de différents types de polyester a également été suivie par tnermogravimétrie, avec piégeage des fractions condensables et analyse des gaz récoltés par chromatographie en phase gazeuse. Les conditions consistent à élever graduellement la température du four de la thermobalance depuis l'ambiante jusqu'à 650°C, température à laquelle toute la matière organique est décomposée.

Dans ces conditions, très peu d'anhydride carbonique et d'oxyde de carbone sont formés. Par contre, les spectres infrarouges de la fraction condensée à la température ordinaire sont pratiquement semblables à ceux du polymère soumis à la dégradation.

L'analyse enthalpique différentielle, quant à elle, a permis de mettre en évidence l'existence d'une relation simple entre la densité apparente de quelques polyéthylènes et leur température de fusion. Cette constatation devrait être confirmée par l'analyse d'un plus grand nombre de polyéthylènes, notamment dans le domaine des densités moyennes.

D'autre part, des essais similaires ont été réalisés sur des mélanges de polyéthylène de densités différentes. Les points de fusion des matériaux qui entrent dans la composition de ces mélanges sont nettement séparés, mais légèrement décalés par rapport aux valeurs observées pour les polymères pris isolément

En analyse thermomécanique, plusieurs examens d'échantillons d'élastomères et de mélanges de polyméthylmétacrylate et de styrène-acrylo-nitrile, ont été réalisés en collaboration avec différents services de l'Université de Liège.

234. *Aide à l'industrie*

En dehors des analyses et des essais de contrôle habituels de matières premières, de produits finis ou semi-finis, mettant en jeu toutes les techniques analytiques disponibles au laboratoire, des études plus importantes et plus complètes ont été menées à bien. Il faut citer, entre autres :

- l'établissement de fiches techniques de poudres minérales ;
- l'aide pour la préparation de moules ;
- les contributions à l'élaboration de projets industriels de production en continu ;
- la recherche de nouvelles formulations et de mises au point de procédés de contrôle dans le cas de coulée d'éléments en béton résineux.

Par ailleurs, une technique de dosage du chlorure de vinyle résiduel dans les résines et les produits finis en PVC a été mise au point. La mesure est faite par chromatographie en phase gazeuse, soit après mise en solution de l'échantillon, soit après chauffage de cet échantillon en flacon scellé et analyse de la phase gazeuse en équilibre avec la phase solide. La limite de détection, exprimée en poids, est de l'ordre de 0,3 ppm dans le premier cas, tandis que, dans le second, elle atteint 0,010 ppm.

Ces méthodes de détermination du chlorure de vinyle dans les produits solides complètent celles que nous avions précédemment utilisées pour le dosage du même chlorure de vinyle présent dans l'air des ateliers.

235. *Collaboration avec les établissements d'enseignement*

Comme les années précédentes, les chercheurs de la section polymères ont participé aux travaux de fin d'études d'étudiants de plusieurs établissements d'enseignement liégeois.

24. *TRAVAUX DIVERS*

Indépendamment des grands thèmes d'études et recherches repris plus haut, le laboratoire réalise un grand nombre d'analyses et de travaux divers dont l'importance va croissant. C'est pourquoi, nous avons jugé utile de dresser une liste des principaux d'entre eux :

- 20 analyses immédiates de charbons de provenances diverses.
- 3 analyses élémentaires de réfractaires.
- 5 déterminations de l'indice de gonflement au creuset de charbons à coke.
- Récupération et détermination du rendement de trois goudrons obtenus par carbonisation d'agglomérés.
- 2 déterminations d'humidité de boulets.
- Analyse complète d'un brai : cendres, matières volatiles, humidité, solubilité dans CH_2Cl_2, indice Kramer-Sarnov.
- Prélèvement et analyses de fumées d'un four à chaux (deux essais) : analyse de SO_2 et de H_2S lors de la cuisson de calcaire et de dolomie.
- Extractions diverses : plastiques, laine imprégnée, caoutchouc.
- Distillations diverses : alcools, vernis.
- Extraction et détermination de la nature du liant de trois pisés de coulage.
- Essais thermogravimétriques divers : traitement en atmosphère d'azote de boulets polonais et comparaison des résultats avec le traitement à l'air pour déterminer l'influence de l'oxydation sur le processus de défumage ; analyse thermogravimétrique de boulets de la République Démocratique Allemande sous atmosphère d'azote ; détermination thermogravimétrique de la décarbonatation de 6 échantillons de roches calcaires de types différents à 1.000°C et sous balayage d'air.
- Détermination de dix pouvoirs calorifiques : méthanol, huile, lignites, sable de dégraissage de laine, amidon.
- Analyse complète d'un pisé : détermination de la teneur en liant, analyse granulométrique du résidu, analyses immédiates du résidu.
- Préparation de 40 masses de bouchage de trous de coulée de haut fourneau.
- Analyses diverses sur des masses de bouchage de trous de coulée de haut fourneau, soit : 100 mesures de résistance à l'écrasement après cuisson à différentes températures, 36 mesures de la vitesse de prise, détermination de l'influence de la teneur en eau des sables sur la qualité des masses.

---

3. *Section « Station d'essais »*

31. *VALORISATION DES COMBUSTIBLES*

Les contacts qui avaient été établis en 1974 avec la Pologne et avec la D.D.R. se sont développés au cours de 1975, une nouvelle série d'essais de traitement thermique en lit de sable fluidisé a été réalisée sur des agglomérés de semi-coke de lignite liés à la lessive sulfitique. Malgré leur teneur en humidité relativement élevée, ces agglomérés résistent très bien au choc thermique causé par l'immersion dans un lit de sable à 400°C.

Après différents échanges de vues avec les deux groupes industriels concernés, deux avant-projets ont été établis par les services techniques de l'INIEX. L'un d'eux a pour objet une installation de 50 t/h destinée à la polymérisation d'agglomérés de semi-coke liés au lignosulfite, l'autre concerne une installation de 30 t/h destinée au séchage et au défumage de boulets de semi-coke agglomérés au brai et au goudron de basse température. En cas de commande, ces installations seraient réalisées sous licence d'INIEX, en collaboration avec une firme industrielle belge.

32. *VALORISATION DES PRODUITS DE CARRIERE*

Durant tout le premier semestre, des essais d'ensoleillement artificiel ont été poursuivis à la station d'essais sur différents types d'éléments préfabriqués à base de petit granit destinés au nouveau siège de Liège de la Banque Bruxelles-Lambert. La production industrielle de ces éléments a été entreprise par un groupe de carriers de la région Ourthe-Amblève et une bonne partie des pièces destinées à la première façade ont été livrées et mises en place.

Au cours du premier semestre de 1975, un service de documentation technique spécialisée dans le domaine du calcaire et de la chaux a été organisé avec l'appui financier de l'UCCD.

Les quatre premiers bulletins bibliographiques ont été expédiés au cours du second semestre.

L'INIEX a également collaboré avec l'UCCD en vue de la mise au point d'un programme de recherche visant à étudier les possibilités de valorisation des boues sulfitiques résiduaires obtenues lorsque des fumées industrielles sont désulfurées par lavage au lait de chaux.

33. *PARTICIPATION AUX ETUDES PRELIMINAIRES CONCERNANT LA GAZEIFICATION SOUTERRAINE*

Le personnel de la station d'essais a participé activement à la mise au point de l'appareillage expérimental de gazéification sous pression dont la réalisation a été confiée à l'Institut Belge des Hautes Pressions. Il a réalisé le dispositif d'allumage électrique de la charge, ainsi que l'étude des appareillages de régulation et de l'échangeur de refroidissement des gaz sortant du réacteur.

Les essais de réception du réacteur ont eu lieu à l'IBHP en fin d'année 1975.

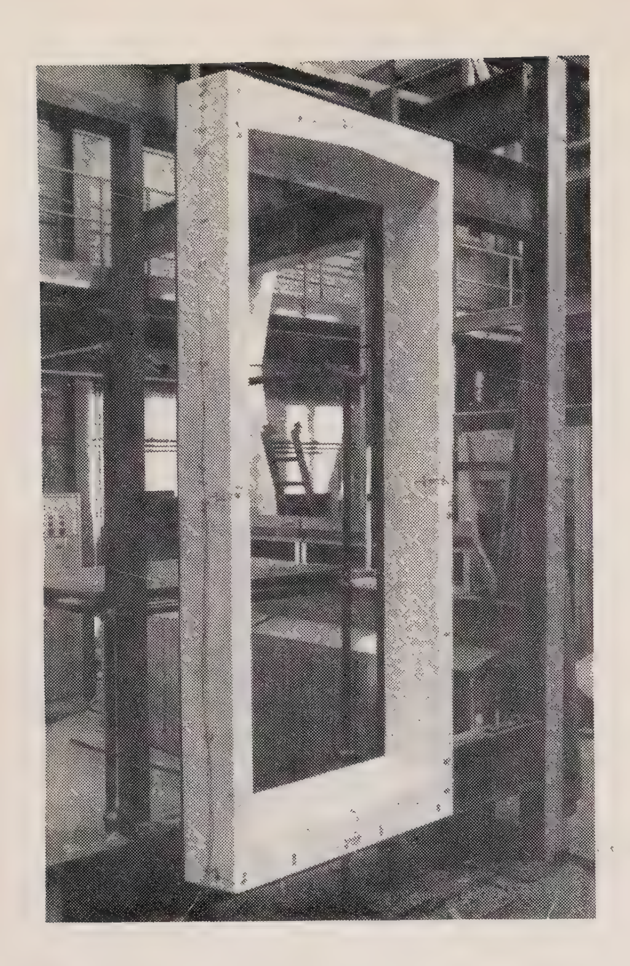


Fig. 14 : Elément préfabriqué en stratifié polyester, préparé en vue d'un essai d'ensoleillement artificiel

34. *CHAUFFAGE URBAIN*

Une synthèse des communications présentées à Paris, en septembre 1975, au Congrès de l'Union Internationale des Distributeurs de Chaleur (UNICHAL), a été rédigée par M. Burton, Chef du Département Station d'Essais.

Cette analyse met en évidence le regain d'intérêt du chauffage urbain basé sur la récupération de la chaleur éliminée par les centrales électriques.

Cet intérêt se fonde sur trois arguments :

— La possibilité de réduire les importations de fuel avec les conséquences que cela implique concernant la balance des paiements.
— La possibilité de réduire le coût de la calorie fournie au consommateur.
— L'incidence bénéfique de ce mode de chauffage sur la pollution atmosphérique et sur la sauvegarde de l'environnement.

Cependant, l'utilisation de ce système implique une planification par les Pouvoirs Publics et ceci explique le grand écart de développement que l'on observe entre les différents pays.

Dans les circonstances actuelles, la mise en route rapide d'un programme d'équipement dans les principaux pays d'Europe Occidentale apparaît comme un moyen particulièrement approprié d'assurer tout à la fois une notable économie d'énergie et une relance des industries de l'acier et des fabrications métalliques.

35. *PARTICIPATION AUX TRAVAUX DE LA SECTION SECURITE « EXPLOSIFS »*

De nouveaux essais ont été réalisés au tunnel onde de choc utilisé pour tester le détecteur ther- o-mécanique pour arrêts-barrages déclenchés (cfr pport annuel 1973).

Le fonctionnement en surpression ayant conduit à e assez grande dispersion des résultats, il a été décidé de faire fonctionner le tunnel en dépression De cette façon, le détecteur d'explosion et les appareils de contrôle de la pression dynamique se trouvent en amont de la membrane en matière plastique qui isole la chambre mise en dépression et il en résulte une beaucoup plus grande régularité du profil d'écoulement de l'air dans la zone de mesure au moment de la rupture de la membrane

36. *DIVERS*

A la demande du Ministère des Affaires Economi- es, la station d'essais a prélevé un certain nombre échantillons de schistes de lavoir dans les charbon- ges de Campine et dans les installations de retrai- ment des terrils en fonctionnement dans le sud du ys.

Ces échantillons seront analysés en vue de déter- iner dans quelle mesure ils pourraient être utilisés mme matière première dans les nouveaux procédés production d'aluminium actuellement à l'étude

Quelques essais de contrôle d'éléments préfabriqués de grandes dimensions ont également été réalisés à la demande de producteurs industriels d'éléments préfabriqués en matières plastiques. Ces expérimentations ont porté notamment sur des traitements prolongés d'immersion dans l'eau à 60°C et sur des cycles d'ensoleillement artificiel alternant avec des aspersions d'eau froide

...

Division de Pâturages

4. *Section sécurité « Explosifs »*

La mission traditionnelle de Pâturages en matière 'explosifs de sûreté pour mines de houille a comorté en 1975, non seulement le contrôle d'échanllons prélevés dans le circuit commercial des exploifs pour charbonnages, mais aussi l'épreuve préalale à l'admission en Belgique de deux explosifs allenands à ions échangés, appelés en 1976 à remplacer a « Kempoxite ».

Les recherches propres à l'Institut ont visé à perectionner le système belge d'arrêts-barrages léclenchés, tant au niveau du détecteur que des léments extincteurs. Il semble bien que ce système, onçu pour rencontrer des problèmes de sécurité miière, trouvera d'autres applications industrielles, par xemple en pyrotechnie et dans les poudreries.

La collaboration avec le Service des Explosifs de Administration des Mines, qui est en vigueur depuis 970, se révèle ainsi bénéfique à tous points de vue. lle a d'ailleurs fourni le principal des activités de la ection pendant tout l'exercice : nombreux travaux elatifs aux nouveaux explosifs en gels aqueux pour arrières, aux moyens d'amorçage, à divers produits base de nitrate d'ammonium (dont les solutions queuses concentrées chaudes, étudiées au point de ue de leur aptitude à détoner eu égard au problème e leur transport en véhicules-citernes).

401. *Epreuve de deux explosifs allemands de sûreté à ions échangés*

Voyant se réduire d'année en année, en raison de la égression charbonnière, la consommation d'explosifs de sûreté au grisou et aux poussières, la S.A. « TRB Nobel Explosifs » a décidé de supprimer à son usine de Balen la fabrication de la « Kempoxite » et de remplacer cet explosif à ions échangés du type III par des produits ayant des propriétés analogues et fabriqués en R.F.A. : la « Wetter-Roburit B » de la Wasag Chemie G.m.b.H. et la « Wetter-Energit B » de la Dynamit Nobel A.G.

Les compositions centésimales et caractéristiques des cartouches (comparées à celles de la « Kempoxite ») sont données au tableau VII.

On constate que ces formules sont fort semblables à tous points de vue : teneurs en huile explosive, protecteurs hydrofuges, dosages en ammonium (la formule belge comporte chlorure et oxalate ; les formules allemandes ne contiennent que le chlorure mais à plus fortes doses grâce à la présence de carbonate de calcium, les métaux alcalin et alcalino-terreux entrant en ligne de compte pour fixer le chlore dans les résidus solides de la décomposition complète).

Les tirs d'épreuve en grisou et en poussières de charbon ont été effectués en rainure dite normale (dièdre à angle droit tourné vers le haut avec son plan bissecteur vertical) et également en rainure latérale (une face du dièdre est verticale et l'autre horizontale) vis-à-vis d'une paroi de choc placée parallèlement à la face verticale du dièdre et à 60 cm de celle-ci (cf. figure 27 du rapport 1970). Ces dernières conditions d'épreuve sont, comme on le verra d'autre part, légèrement plus sévères que celles en rainure normale.

Tableau VII.

	K	R	E
nitroglycérine (nitroglycol)	12,00	11,00	11,00
savon métallique (évent. graphite)	0,35	0,05	0,15
farine de guar	0,70	2,20	1,00
farine de bois	—	0,30	1,00
ingrédient inerte	2,15	0,55	0,15
nitrate de sodium	48,00	45,90	46,86
chlorure d'ammonium	30,30	35,00	34,84
oxalate d'ammonium	6,50	—	—
carbonate de calcium	—	5,00	5,00
densité d'encartouchage (g/cm^3)	1,2	1,2	1,2
poids (g) des cartouches	100	125	125
Φ (mm) des cartouches	30	31	31

On opérant avec des charges de 12 cartouches (1.400 à 1 500 g), aucune inflammation n'a été observée, ni en grisou ni en poussières charbonneuses.

L'aptitude à la transmission de la détonation en confinement fort a été trouvée très satisfaisante.

La vélocité de l'onde stationnaire de détonation est de l'ordre de 1.800 - 2.000 m/s.

402. *Contrôle des explosifs de sûreté pour charbonnages*

La « Kempoxite » a été le seul explosif de sûreté au grisou et aux poussières charbonneuses consommé par les charbonnages belges pendant l'année 1975.

On sait que cet explosif à ions échangés ne produit pas d'inflammation dans les conditions du tir d'angle avec charges atteignant, voire dépassant 1.400 g, placées en rainure dite normale (épreuve en type III) ou même en rainure latérale avec 60 cm de distance à la paroi de choc (cf. marginal 41 du rapport 1970)

Cette dernière condition d'épreuve, comme on va le voir, plus sévère que celle du type III, est pour cette raison appelée condition du type III amélioré.

Les contrôles effectués à Pâturages sur des échantillons prélevés dans le circuit commercial de vente des explosifs, sont depuis plusieurs années réalisés dans les conditions d'essai propres au type III amélioré

Ainsi qu'il résulte des rapports d'activités se rapportant aux exercices précédents, rien de grave n'était en général décelé

Par contre, au mois d'août 1975, les tirs en grisou firent apparaître de nombreuses inflammations, au point que des lots de « Kempoxite » durent être retirés du marché

Les inflammations constatées à Pâturages furent également enregistrées lors de contre-épreuves exécutées par le fabricant à sa galerie d'essais de Balen.

Certaines charges enflammaient le mélange air-méthane lorsqu'elles étaient tirées en type III amélioré, et ne l'enflammaient pas lors du tir en type III simple : d'où l'intérêt évident d'effectuer les contrôles en rainure latérale (cf. figure 27 du rapport 1970) afin, s'il échet, de tirer la sonnette d'alarme suffisamment tôt.

403. *Comparaison des puissances d'explosifs de sûreté à ions échangés*

Les explosifs allemands et belges de sûreté au grisou et aux poussières ont, depuis longtemps, des compositions à ions échangés dont la sécurité d'emploi est basée sur la détonation sélective.

Le plus haut degré de sélectivité caractérise la classe III allemande et le type IV belge, auxquels appartiennent la « Charbrite 418 » et la « Wetter-Carbonit C » (ce dernier explosif étant très analogue à la « Wetter-Securit C » dont question aux marginaux 42, 401 et 401 des rapports 1970, 1971 et 1974 respectivement).

Un degré de sélectivité moins élevé mais suffisant pour la pratique minière correspond à la classe II allemande et au type III belge, auxquels appartiennent la « Wetter-Energit B » et la « Kempoxite » respectivement.

On a comparé les capacités de travail de ces quatre explosifs par tirs de pochage dans un sol vierge constitué de terre à pot : on y fore pour chaque essai

n trou vertical d'un mètre de profondeur et environ
) mm de diamètre (volume 5 litres) au fond duquel
 descend une cartouche de 100 g amorcée par
étonateur n° 8 sous enveloppe étanche ; le trou est
ors rempli d'eau, qui sert de bourrage, et on fait
uter la mine ; après le tir, on jauge au moyen d'eau
volume dont l'excavation a augmenté.

Les résultats suivants ont été enregistrés sur le site
e tir utilisé :

- « Charbrite 418 » et « Wetter-Carbonit C » 7 litres
- « Kempoxite » et « Wetter-Energit B » 12 litres

Il y a donc, entre les explosifs allemands et belges, quivalence de puissances comme de sûretés au grisou et aux poussières.

A noter que ces explosifs à ions échangés de type l ont ainsi une puissance réelle supérieure de quelue 25 % à celle des explosifs de type IV ; on a, en ffet, un rapport des évasements nets égal à 12/7, oit environ 1,7 dont le logarithme décimal vaut ,230.

404. *Examen de l'explosif-roche en gel aqueux « Sturalex »*

La S.A. « P.R.B. Nobel Explosifs » a présenté à la econnaissance officielle un explosif en gel aqueux énommé « Sturalex », encartouché dans une gaine n plastique souple.

Cet explosif a été soumis à l'essai d'aptitude à la étonation dans un tube en acier de diamètres 53/60 mm, disposé comme décrit au marginal 404 u rapport 1974 (cf. figure 18).

Le gel, encartouché en 50 mm de diamètre et morcé dans ces conditions au détonateur de force 8, propagé la détonation lors de chaque essai (deux tirs chacune des températures 10°C, 1°C et — 5°C).

* * *

La solution-mère utilisée pour la fabrication du Sturalex », distincte de celle mise en œuvre pour « Iregel 406 » en raison, notamment, de la résence d'une certaine proportion d'ingrédient ombustible dans sa composition, possède normalenent, lors de son utilisation, une température de 0-55°C.

On a examiné l'aptitude à détoner et la sensibilité à échauffement sous confinement réglé :

- en tube d'acier de 4 pouces de diamètre et 5,4 mm d'épaisseur de paroi, le dispositif expérimental correspondant pour le surplus aux indications de la figure 13 du rapport 1973, la solution-mère en cause, testée à 55° et à 80°C, ne s'est pas révélée apte à détoner ;
- chauffée dans les conditions normalisées (cf marginal 407 et figure 24 du rapport 1971) en douille d'acier avec disque à lumière calibrée de 1 mm, la solution-mère étudiée, tant dans son état d'origine que concentrée par ébullition préalable en douille, n'a pas révélé de caractère explosif

405. *Examens d'échantillons de l'explosif « Iregel 406 » pour tirs en masse*

Il s'agit de la suite des travaux exposés au marginal 403 du rapport 1974, où l'on trouve la description de la technique des prélèvements et des essais destinés à contrôler l'aptitude à propager la détonation des explosifs en gel aqueux préparés en carrière sur chantier d'abattage en grand.

On sait que l'explosif est mis en place, dans le fourneau de mine de gros diamètre, sous forme d'une bouillie qui est bientôt le siège d'un phénomène de réticulation : le liquide sirupeux devient irréversiblement une masse élastique dont la densité apparente est réglable entre certaines limites (le gel peut, en effet, receler en nombre plus ou moins grand des microbulles gazeuses d'azote naissant produit en cours de réticulation).

Trois prélèvements réalisés sur chantier en 1975 ont permis de clôturer une campagne de contrôles dont les vingt-quatre résultats antérieurs figurent au tableau IX du rapport 1974.

La conclusion générale est que la bouillie-mère non encore réticulée est plus sensible au choc détonant que le gel ayant fait prise. Si on retient, en effet, comme critère de sensibilité des gels et bouillies (celles-ci non additionnées d'agent réticulant) l'aptitude d'une colonne explosive à propager sous confinement léger l'onde de détonation initiée par un détonateur n° 8, les essais de tir dont ceux du tableau IX précité, suffisent, par simple enregistrement du résultat positif ou négatif, selon le cas, pour procurer la base expérimentale du calcul de la probabilité que le gel explosif, d'une part, la bouillie dont il est issu, d'autre part, aient un diamètre critique inférieur au diamètre d'essai X mm

On arrive ainsi aux résultats suivants, sur la base des vingt-sept opérations de chargement en carrière ayant, en 1974 et 1975, donné lieu à prélèvements de contrôle (tableau VIII).

Tableau VIII.

Φ d'essai X mm	Probabilité pour Φ critique < X mm	
	gel réticulé	bouillie-mère
21	0,125	0,773
28	0,236	0,864
36	0,277	0,909
46	0,306	0,955

Au cours des essais, une bouillie-mère s'est toujours révélée, il convient de le noter, plus sensible que le gel correspondant.

* * *

D'autres essais ont eu lieu sur des échantillons prélevés dans des tubes en acier de diamètres 53 / 60 mm et de 35 cm de longueur, dont certains ont é conservés tels quels, tandis que d'autres, chargés s 30 cm seulement de leur longueur, ont été remp d'eau sur les 5 cm restants (soit 110 cm³) ; d'autr enfin, chargés sur toute leur longueur, comme l premiers conservés tels quels, ont été placés debo dans un bac contenant de l'eau sur 37 cm de ha teur : ils étaient ainsi alimentés en eau aussi lon temps que le niveau ne baissait pas de plus de 2 cm

On a observé que l'explosif en contact avec l'ea absorbait du liquide : après une douzaine de jours, quantité absorbée était d'environ 6 % du volume c l'explosif, et il a fallu rétablir une fois le niveau c l'eau dans le bac.

Des charges d'âges divers ont été tirées au dét nateur n° 8, dans les conditions de la figure 18 d rapport 1974, et on a enregistré les résultats donné au tableau IX (les nombres décimaux entre pa renthèses indiquent la *densité originelle* de l'échan tillon tel qu'il a réticulé dans le tube de prélèvement, mais avant toute macération sous eau).

Tableau IX.

Age (jours) de l'échantillon	Flèche (mm) de la calotte du défoncement		
	Iregel sec	sous 110 cm³ d'eau	dans le bac d'eau
0	14 (0,87)	—	—
13	8 (0,63)	25 (1,00)	38 (1,01)
21	15 (0,78)	26 (0,97)	34 (0,96)
40	15 (0,68)	0 (1,00)	0 (0,96)
53	38 (0,84)	0 (0,89)	0 (0,92)
66	26 (0,93)	17 (0,94)	—

On voit qu'il faut une trentaine de jours pour que l'Iregel gorgé d'eau perde de son aptitude à détoner. Il semble bien, d'autre part, que, dans l'intervalle, le support énergétique de la détonation soit renforcé (à vérifier par des mesures de la vélocité d'onde).

* * *

Nous pensons que les résultats exposés ci-avant ne sont pas dépourvus de signification fondamentale. Les constituants de l'Iregel 406, qui résulte du mélange d'une phase liquide (solution-mère) avec des phases solides (dont un prémélange sec), ont été, d'autre part, examinés séparément :

1°) La solution-mère, transportée en réservoi chauffé à bord du camion-fabricant, a été soumi se :

— quant à son aptitude à détoner, au test décri à ce sujet au marginal 403 précité (cf. figure 17 du rapport 1974), l'essai ayant lieu à 45-50°C (température normale d'utilisation ou à 80°C (cas de surchauffe) : tous résultats négatifs ;

— quant à sa sensibilité à l'impulsion thermi que selon l'épreuve d'échauffement sous confinement dans une douille en acier ave disque à lumière calibrée, épreuve norma lisée internationalement et décrite au margi nal 407 du rapport 1971 (cf. figure 24)

réalisée avec lumière de 2 mm : tous résultats négatifs.

Le prémélange sec, composé de combustibles solides, a été testé au point de vue de la température minimale d'inflammation et des limites d'inflammabilité des suspensions dans l'air au moyen du four à chasse d'air construit selon le modèle mis au point par le U.S. Bureau of Mines.

On a trouvé :

- une température minimale de 275°C dans la zone des concentrations 775-860 g/Nm³ de poudre sèche en suspension dans l'air ;
- une limite inférieure d'inflammabilité comprise entre 215 et 258 g/Nm³ et une zone des concentrations les plus dangereuses s'étendant de 400 à 900 g/Nm³ environ.

406. *Epreuve de trois cordeaux détonants souples à la penthrite*

Sur présentation par la S.A. Sertra-Blasting ont été aminés deux cordeaux « lourds », l'un de fabrication suédoise (Bofors) à 40 g/m, l'autre de fabrication française (Rey Frères) à 37 g/m.

Soumis à une traction de 40 kg de longue durée, s deux cordeaux s'allongent sans striction et sans erdre leur aptitude à propager la détonation, le preier de 12 % et le second de 6,7 %.

Un cordeau Rey ordinaire à 13 g/m se rompait us une traction de 35, voire 30 kg. Après renforment de sa texture, il a donné satisfaction à 40 kg, action sous laquelle il prend un allongement moyen 22 % sans striction et sans perdre son pouvoir opagateur de la détonation.

407. *Examen de deux bourres à eau autocalantes*

La Société Deligne a présenté, en vue de leur adission à l'emploi dans les mines, deux bourres putées autocalantes, l'une du type « banane » à mplir d'eau par l'utilisateur, l'autre contenant d'oine un gel aqueux.

La première a donné satisfaction aux essais prévus r la circulaire n° 171 du Directeur Général des ines.

La seconde fera l'objet d'un réexamen en 1976, r présentation d'un nouvel échantillon.

408. *Raté du détonateur à mèche par sertissage étanche*

Comme relaté dans la communication « Une cause peu prévisible de raté du détonateur mèche » (cf. Annales des Mines de Belgique, année 1973 - n° 5), l'étanchéité du sertissage sur la mèche peut être un facteur de raté lorsqu'un espace mort existe, à l'intérieur du détonateur, entre la poudre de la mèche et l'explosif sensible appelé à engendrer la détonation.

Pour assurer au mieux l'étanchéité du sertissage, on a utilisé une mèche lente à gaine épaisse en p.v.c. ayant 5,6-5,7 mm de diamètre et des détonateurs de 6,5 mm de diamètre extérieur, dont on sertit le tube en aluminium sur un tel brin de mèche au moyen d'une pince capable de réaliser, à trois niveaux différents près de l'orifice du tube, des cols de sertissage ayant respectivement 5,20 à 5,25 ; 5,40 à 5,50 ; 5,70 à 5,75 mm de diamètre.

L'espace mort entre poudre et explosif résulte du fait que l'extrémité de la mèche introduite dans le tube du détonateur est coupée en biseau à 30°, et que le bec du biseau se trouve à 2 mm de l'explosif comprimé dans le tube.

Dans ces conditions, sur 113 essais, on a constaté 26 ratés, soit 23 %.

Si la distance entre le bec du biseau de la mèche et l'explosif du détonateur n'est que de 1 mm, le pourcentage de ratés s'élève encore à 20 % (3 ratés sur 15 essais), mais est ramené à 3,3 % (1 raté sur 30 essais) lorsque le bec est au contact de l'explosif.

Nous allons mettre à l'épreuve en 1976 un moyen qui pourrait être susceptible de réduire fortement, voire de supprimer, le risque de raté du détonateur à mèche serti de façon étanche.

409. *Contrôle du retard des raccords pour cordeaux détonants*

Comme suite à la grande dispersion des temps constatée l'an dernier (cf. marginal 408 du rapport INIEX 1974) par rapport à la valeur nominale 20 ms du retard des raccords DNAG pour cordeaux, l'Arrondissement Minier de Mons a demandé, à titre de contrôle, de mesurer les retards réels de raccords fabriqués en 1973 et reçus pour essais en deux boîtes d'origine encore intactes, contenant 50 pièces chacune.

Il a suffi de tirer cinq raccords de chaque boîte pour trouver des temps compris entre 8,60 et 27,27 ms, dans un cas, et entre 2,77 et 20,36 ms, dans le second cas.

410. *Examen de détonateurs électriques ICI pour installations Graviner*

Comme exposé au marginal 406 du rapport 1974, les détonateurs en rubrique devaient encore subir le test de sensibilité à la décharge, entre les fils conducteurs et le tube du détonateur, d'une capacité de 300 IF chargée sous 10 kV (sécurité électrostatique), et l'essai de fonctionnement lorsqu'une impulsion de courant d'une durée de 100 microsecondes libère une énergie de 7 mJ dans le fil de pont.

Les résultats enregistrés lors de l'exécution de ces deux types d'épreuve, ont été favorables.

411. *Examen d'un type de montage de détonateurs électriques à usage industriel*

Comme dit au marginal 405 du rapport INIEX 1974, le fabricant belge PNE avait l'année dernière renoncé au simple sertissage pour fixer la pilule inflammatrice sur les fils conducteurs des détonateurs électriques du type « carrière » (tube d'aluminium) assemblés à la machine automatique.

Il a songé à corriger les inflammateurs ainsi montés au moyen d'une soudure électrique réalisée dans les mêmes conditions que pour le montage traditionnel, et a présenté un lot de 9.000 pièces à la vérification.

Le Service des explosifs a prélevé dans ce lot huit bottes de vingt-cinq inflammateurs, soit 200 pièces dont on a vérifié la résistance totale réputée comprise entre 1,80 et 2,00 ohms.

On a trouvé :

69,5 % de résistances comprises entre ces limites ;
6,5 % de résistances inférieures à 1,80 ohm ;
1,0 % de résistances supérieures à 2,00 ohms ;
17,0 % de résistances fluctuantes ;
6,0 % de résistances suspectes.

Par résistances fluctuantes, on entend des résistances qui, pour un même inflammateur tenu par son bouchon qu'on roule entre les doigts sans toucher la pilule, grimpent sporadiquement d'une valeur normale à plusieurs ohms, voire plusieurs dizaines d'ohms, pour pointer même à l'infini dans un cas.

Les résistances douteuses présentent un défaut analogue mais de façon peu marquée, la résistance ne variant que de quelques centièmes d'ohms autour de sa valeur moyenne

La correction envisagée ne s'étant pas révélée praticable, tous les inflammateurs de l'espèce ont été mis au rebut On a constaté que le défaut se localise bien à la fixation des pattes de la pilule inflammatrice sur les fils conducteurs, mais également qu'il n'est pas possible de faire confiance à un correctif

412. *Examen du seuil de sensibilité d'un l de détonateurs électriques à usage industr*

Il s'agit de détonateurs PNE à tube en aluminiu du type classique pour l'utilisation en carrières. détonateurs provenant d'un même paquet de 1(pièces ont été testés, d'abord quant à leur résistan totale (fils de 1,5 m compris), ensuite quant à le seuil de sensibilité à l'impulsion de courant.

La résistance la plus basse trouvée a été de 1,8 ohm et la plus élevée de 1,99 ohm : toutes les rési tances s'inscrivaient donc bien entre les limit 1,8-2,0 indiquées sur le paquet.

Chaque détonateur a reçu ensuite, individuell ment, l'impulsion réglementaire de 3 millijo les/ohm pour laquelle il doit normalement y avo 100 % de fonctionnement :

— 89 détonateurs ont sauté à la première sollicita tion ;
— 1 détonateur a raté à trois reprises pour un impulsion de 3 mJ/ohm ; son inflammateu d'aspect normal, a finalement fonctionné sou une impulsion augmentée de 10 %, soit 3, mJ/ohm.

Le détonateur moins sensible, s'il avait été introdu dans une volée raccordée en série, aurait vraisembla blement donné lieu à un raté.

413. *Essais à la suite d'un départ intempestif de détonateurs électriques à usage industriel*

Cinq détonateurs du type classique pour l'utilisa tion en carrières ayant explosé intempestivement l 1er juillet 1975, à l'usine PNE de Matagne-la-Gran de, alors qu'ils étaient manipulés par une ouvrièr préposée en fin de chaîne de montage, divers essai ont été entrepris à Pâturages, dont la recherche d l'influence, vis-à-vis des détonateurs, d'une pert d'électricité à la terre.

On a choisi à cet effet un terrain vierge de canali sation de gaz ou d'électricité, particulièrement se lors des essais, et on a défini au sol une ligne de trava XY le long de laquelle on a établi des prises de terre a moyen de barres d'acier de 20 mm de diamètre enfoncées à 1,20 m de profondeur.

— Soit A et B deux points de XY où sont implantée des prises de terre : en A, on raccorde l'un des fil d'un détonateur (en fait, on utilise l'inflammateu seul) et, par l'intermédiaire d'un interrupteur une des phases du réseau triphasé à 220 volts en B, on raccorde le second fil de l'inflammateur

Ce dernier fonctionne dans tous les cas à la mise sous tension lorsque la distance entre A et B n'excède pas 60 m ; pour de plus grandes distances apparaissent des ratés.

— Soit A, B et C trois points de XY où sont implantées des prises de terre, B étant compris entre A et C qui sont à 100 m de distance l'un de l'autre.

Une des phases du réseau est raccordée en A, une autre en C. Un inflammateur est raccordé entre B et, soit A, soit C, suivant le cas.

Quelle que soit la position de B entre A et C sur la ligne de travail XY, il y a toujours fonctionnement de l'inflammateur à la mise sous tension.

414. *Essais relatifs à l'aptitude à détoner de produits à base de nitrate d'ammonium*

Le marginal 411 du rapport 1974 contient le compte rendu d'essais exécutés, au moyen du dispositif de tir faisant l'objet de la figure 19, sur des engrais azotés simples à fortes teneurs en nitrate d'ammonium (taux d'azote de 33 % et plus). En 1975, on a utilisé ce genre de dispositif pour tester deux espèces de produits à base de nitrate d'ammonium :

— un engrais à 26 % N d'origine portugaise (fabrique d'Estarreja de la S.A. R.L. Amoniaco Portugues), constitué d'un mélange intime de nitrates avec 25 % d'ingrédients inertes au point de vue de l'explosivité, engrais présenté par la firme anversoise S.A. G. Janssens & Cie ;

— des solutions aqueuses concentrées chaudes de nitrate d'ammonium, titrant 92,5 à 93,0 % de nitrate pur et ayant une température voisine de 120°C, produites à l'usine de Tertre de la S A Société Carbochimique

Ces produits solides et liquides n'ont pas propagé la détonation dans les conditions de l'essai

L'engrais n'a révélé aucun caractère explosif, même après avoir subi un vieillissement artificiel par cinq cycles de températures 25/45°C

Les solutions à 93 % maximum de nitrate ammoniaque, tirées à une température d'environ 110°C voisine de leur point de saturation, ne sont pas apparues aptes à propager la détonation (lors de l'essai, la charge d'amorçage est mise en place au dernier moment, juste avant le tir, en se servant du dispositif approprié pour cet usage fig 15)

En ce qui concerne les engrais azotés à fortes teneurs, on a continué les travaux en rapport avec leur porosité en vue de pouvoir qualifier cette dernière par la capacité des grains (prills) à retenir l'huile

415. *Recherches relatives à un système d'arrêt-barrage déclenché*

L'extincteur belge, constitué d'éléments décrits au marginal 412 du rapport 1974, a été mis en œuvre à titre d'essai lors de coups de poussières organisés au fond de la mine expérimentale de Tremonia : il a permis, placé en quatre exemplaires à la jonction de

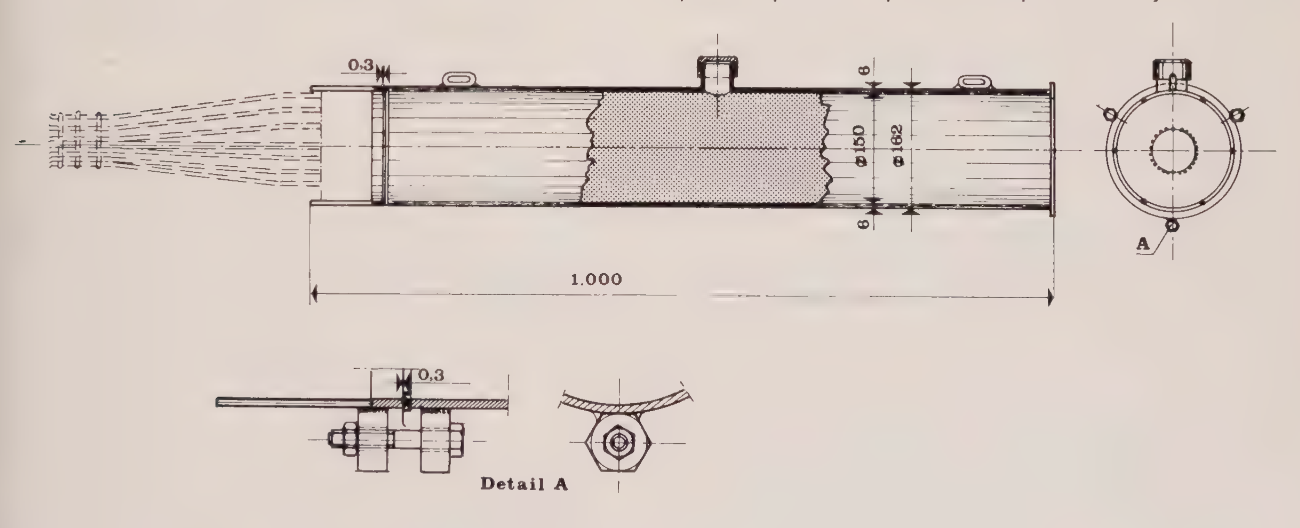


Fig 15 Dispositif d'essai des solutions concentrées chaudes de NH_4NO_3

1 tube d essai en acier — diamètre 6
2 fond d'acier soudé
3 orifice de remplissage, fermé au moment du tir par un chapeau fileté
4 poignées
5 emplacement du dispositif d amorçage
6 tiges métalliques destinées à maintenir le dispositif d amorçage en place

deux galeries perpendiculaires simulant le raccordement pied de taille/voie de chantier, d'éteindre la flamme d'un coup de poussières arrivant à 1.000 m/s en pied de taille.

On sait que le système belge se différencie de ceux étudiés à l'étranger par le fait que son fonctionnement ne nécessite pas le recours à l'électricité : le signal du détonateur est envoyé pyrotechniquement vers les extincteurs dont la source d'énergie est également pyrotechnique.

Chaque élément extincteur, qui a 2 m de longueur (cfr fig. 21 du rapport 1974), contiendra dorénavant 1,5 m de cordeau détonant souple antigrisouteux à 11 g/m de penthrite gainée de sels inertes : c'est la détonation de la penthrite qui assure la dispersion des 100 litres d'eau contenue.

Un cordeau plus faible suffit évidemment pour transmettre le signal pyrotechnique, sous forme d'une onde de détonation, à partir du détecteur vers les divers éléments extincteurs. Comme nous l'avons annoncé à une réunion des instituts de recherches minières, en février 1975 à Dortmund, nous utiliserons à cette fin un cordon de fabrication suédoise récemment apparu sur le marché, cordon tubulaire de diamètres 1,5/3 mm et 20 mg/m de charge, dont le fonctionnement quasi-inaudible et sans effet destructeur, y compris du tube lui-même, est basé sur l'effet canal.

Ce nouvel accessoire apporte un perfectionneme décisif au système belge, la transmission pyrotechr que du signal étant dès lors dépourvue de tout eff vulnérant.

Quant au détecteur thermo-mécanique, il a reçu e 1975 une série d'améliorations telle que le prototyp est à considérer comme réalisé.

Il a été soumis, dans le hall d'essais du siège d Liège, à des épreuves de fonctionnement mécaniqu en tunnel de choc (cfr marginal 34 du rapport 197 en vue de calibrer la goupille de verrouillage du vol réagissant au souffle en fonction de la pression dy namique exercée par ce dernier. On a pu engendrer l souffle de façon récurrente en travaillant par implo sion, c'est-à-dire en mettant en dépression la cham bre du tunnel de choc, vers laquelle l'air ambian s'écoule brusquement lors de la rupture de la mem brane isolant la chambre du tunnel.

Un ensemble détecteur-extincteurs particulière ment adapté aux chantiers souterrains, notammen ceux de creusement des voies en avancement, ser vraisemblablement opérationnel dans un avenir pro chain.

Des essais sont, d'autre part, en cours pour utilise de tels extincteurs au bénéfice de la sécurité dans les locaux industriels des poudreries et fabriques de py rotechnie.

---

5. Section Sécurité « Incendie - Grisoumétrie - Poussières »

51. MATERIAUX DIFFICILEMENT INFLAMMABLES

511. Courroies transporteuses

5111. *Essais d'agréation*

En 1975, onze courroies avec revêtement en PVC ont été présentées et essayées selon l'arrêté ministériel du 11.09.1961 relatif aux bandes de convoyeurs utilisées dans les travaux souterrains des mines de houille.

Six d'entre elles ont été présentées pour agréation au Directeur Général des Mines. Parmi ces courroies, il en est cependant deux qui ne pourront être utilisées qu'avec des convoyeurs pour lesquels des dispositions sont prises en vue d'éviter le patinage ou de refroidir la tête motrice à moins de 100°C.

5112. *Essais d'orientation*

Afin de mettre au point des mélanges convenables pour courroies à haute résistance mécanique, quinze bandes revêtues de PVC et une bande revêtue de néoprène ont subi la totalité des tests d'agréation. Aucune d'elles n'a franchi toutes les épreuves avec succès.

5113. *Essais de contrôle*

Sous la pression de la pratique à l'étranger et de certains événements, onze courroies différentes nous ont été soumises afin de vérifier leur conformité au prototype agréé.

En 1976, cette pratique du contrôle sera poursuivie et une méthode de contrôle sur petites éprouvettes sera mise au point.

5114. *Essais effectués selon la norme européenne*

A la demande de fabricants français et britanniques, cinq bandes, dont quatre revêtues de PVC et une de néoprène, ont subi les tests prévus par l'Organe Permanent pour la Sécurité et la Salubrité dans les Mines de Houille de la Communauté Européenne (voir marginal 5112 du rapport INIEX 1974). Une seule de ces bandes, revêtue de PVC, a franchi toutes les épreuves avec succès.

5115. *Statistique relative aux bandes testées ces dix dernières années*

Après une période d'activité relativement calme, l'évolution de la demande vers les courroies de plus en plus résistantes a entraîné un important accroissement du nombre d'essais d'orientation et partant, des demandes d'agréation.

Parallèlement, les contrôles se sont multipliés en 1975, ce qui porte à 43 le nombre de courroies traitées cette année (fig. 16).

512. Liquides difficilement inflammables pour transmissions hydrauliques

Appréciation des caractéristiques « extrême pression ».

Une firme nous a présenté deux huiles afin de déterminer la charge de soudure d'après la méthode « Extreme Pression by Precision Shell Four Ball E P Tester »

521. *Extincteurs à poudre*

En 1975, la norme NBN 368 a été remplacée par la norme S21-018 qui prévoit le même essai diélectrique que précédemment, à l'exception de la tension

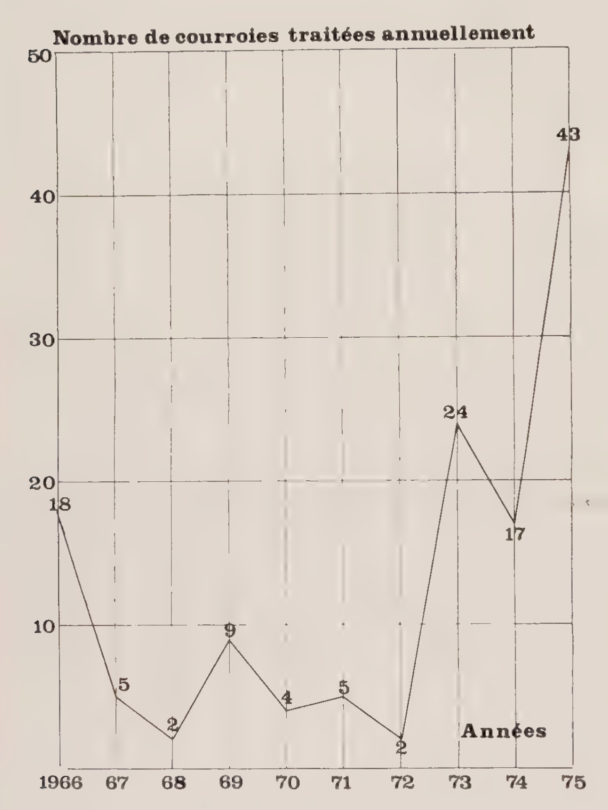


Fig 16 Bandes transporteuses nombre de courroies traitées annuellement

d'épreuve qui passe de 12 à 35 kV. L'intensité d courant entre la poignée de la lance et la terre, ain qu'entre celle-ci et l'extincteur, doit être inférieure o égale à 0,5 mA.

En vue de l'obtention du label « Benor », nou avons procédé pour l'organisme de contrôle « Apra gaz », aux essais diélectriques de 33 extincteurs poudre selon les prescriptions de la nouvelle norme

522. *Extincteurs à CO_2*

L'organisme de contrôle « Apragaz » nous chargés d'effectuer, sur les extincteurs à CO_2, u essai prévu par le § 3 de la nouvelle norme S21-015 Selon cette prescription, la matière utilisée pour l fabrication du tromblon doit présenter une résistanc suffisante pour résister, sans bris et pendant 1 minu te, à une tension de 5000 V appliquée entre les deu extrémités du tromblon, sauf si celui-ci est raccord directement à l'orifice de projection et si sa longueu n'excède pas 20 cm.

Quatre extincteurs sur les 5 présentés ont réuss cette épreuve. Le tromblon restant, par contre, fume dès l'application d'une tension de 1000 V et se con sume complètement lorsque cette tension atteint 3 à 4000 V.

53. *GRISOUMETRIE*

531. *Analyses grisoumétriques*

A la demande de l'Administration des Mines, nous avons procédé à l'analyse grisoumétrique, au moyen de l'appareil Lebreton, de 44 échantillons de gaz de mine prélevés dans les sièges du sud du pays. Nous n'avons trouvé aucune teneur supérieure à 0,50 %

532 *Contrôle de dégagements grisouteux*

A la demande de l'Administration des Mines, nous avons procédé à des déterminations de concentration de grisou dans des caves accès d'égouts etc afin de savoir si le CH présent provenait d'émanation géologique ou d'une fuite dans une conduite de gaz naturel voisine

A cet effet, nous avons cherché à déterminer dan le gaz la présence de tétrahydrothiophène (THT) composé ajouté au gaz naturel à la concentration d 15 à 18 mg par Nm³ afin de le rendre facilemen décelable à l'odeur.

Les tubes colorimétriques permettent de mesure des concentrations de THT supérieures à 0, mg/Nm³, ce qui correspond à une concentration d CH_4 non inférieure à 3 %.

En aucun des endroits examinés, nous n'avons re levé la trace de ce gaz quoique les concentrations e CH_4, par endroits, s'élevaient à 4 %.

Par contre, nous avons mesuré des concentration élevées de grisou aux abords immédiats d'un ancie puits de mine voisin remblayé

54. *BOIS IGNIFUGES*

A la demande de l'Administration des Mines, nous avons déterminé si du bois de mine ignifugé après placement en galerie avec un produit ad hoc conservait des propriétés suffisantes d'ininflammabilité après un séjour de 2 ans au fond de la mine.

Afin d'obtenir des points de comparaison, nous avons ignifugé en laboratoire des bois semblables avec le même produit ignifuge réparti à la brosse et en couche uniforme, à raison de 306 g/m².

Tous les échantillons de section cylindrique ou en demi-lune ont subi pendant 10 minutes l'action d'un bec Bunsen alimenté en continu par du gaz naturel à la pression relative de 250 mm de colonne d'eau

On a constaté que les bois ignifugés en laboratoire présentent une meilleure résistance au feu que les bois de mine. La surface de ces derniers est irrégulièrement traitée et la couche de mousse protectrice, due à l'action du feu sur le produit ignifuge, est trop mince pour empêcher le bois de prendre rapidement feu.

55. *DETERMINATION DE LA QUANTITE DE CHARBON DANS LE SCHISTE LAVE*

A la demande de l'Administration des Mines, le service a prélevé sur un terril 8 échantillons de 20 kg de schiste lavé en vue de déterminer la quantité de charbon restante. A cet effet, les morceaux de dimension supérieure à 10 cm furent éliminés.

Ces échantillons ont été séchés pendant 24 heures à la température de 100°C environ et broyés ensuite de façon à passer le tamis de 6.400 mailles par cm². C'est sur les échantillons broyés qu'un prélèvement a été fait pour analyse.

56. *POUSSIERES INFLAMMABLES*

Au début de cette année, nous avons terminé l'étude dans l'inflammateur type « Bureau of Mines » de la dernière poudre de matière plastique présentée l'an passé.

Nous avons également réalisé, pour une firme privée, une étude technique de l'inflammabilité et de l'explosibilité de deux types de poussières de zinc. Nous avons réalisé les tests suivants :

- détermination de la limite inférieure d'inflammabilité et des courbes donnant la température d'inflammation en fonction de la concentration en poussière dans l'air ;
- réalisation de coups de poussière dans la galerie d'essai d'explosifs ;
- détermination de la vitesse de propagation du feu dans la poussière de zinc.

Toujours sur ces mêmes poudres, nous avons terminé l'étude de leur réactivité en différents milieux aqueux, commencée l'an passé (voir marginal 543 du rapport INIEX 1974).

En outre, rassemblant les résultats des essais effectués ces trois dernières années sur les nuages de poussières en suspension dans l'air et sur les poussières déposées en couche, nous avons présenté le 29 mai 1975 à l'Université de Liège, une conférence intitulée « Expérimentation de l'explosibilité des dispersions solides » dans le cadre de la 6e journée d'études organisée par la section belge du « Combustion Institute ».

Enfin, en septembre, nous avons fait une communication à la conférence mondiale sur la sécurité à Washington (USA) relative à l'inflammabilité de la poussière de charbon

---

6. Section « Electricité »

61. MATERIEL ANTIDEFLAGRANT

611. Agréation et contrôle de conformité à la norme

6111. Matériel destiné aux mines

Pour l'année 1975, il a été proposé au Directeur Général des Mines, à l'agréation comme matériel antidéflagrant pour le groupe I :

— moteurs électriques :	24
— moteur diesel :	1
— appareils divers :	22
Total :	47

Modifications examinées et avenants proposés à l'agréation :

— moteurs électriques :	3
— appareils divers :	5
Total :	8

Total des appareils destinés aux mines : 55.

6112. *Matériel destiné aux industries autres que les mines*

Matériels agréés suivant la norme NBN 286 :

Groupes IIa et IIb :

moteurs électriques :	39
matériels d'éclairage :	30
appareils divers :	19
Total :	88

Groupe IIc :

moteurs électriques :	26
appareils divers :	4
Total :	30

Total des agréations et avenants d'agréation suivant la norme NBN 286 délivrés en 1975 : 73, couvrant 173 appareils de types divers ci-dessus.

6113. *Matériel agréé suivant une norme étrangère : 4*

612. Etude d'un chargeur-transporteur sur roues avec moteur diesel

Parmi les appareils agréés pour le groupe I, il faut signaler un chargeur-transporteur sur roues, avec benne basculante, équipé d'un moteur diesel (fig. 17). Le moteur est un six cylindres, 84 chevaux à 2.300 tours/minute, couple max. 28,2 kgm à 1550 tours/min, cylindrées 5,65 litres, refroidissement par air. Un compresseur d'air, entraîné par le moteur diesel, alimente les accessoires mécaniques : démarreur, freins, mouvements de la benne. Les accessoires électriques sont agréés séparément suivant les modalités habituelles.

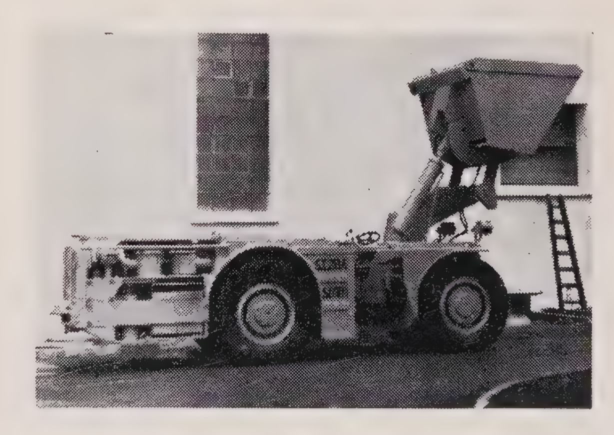


Fig. 17 : Chargeur-transporteur sur roues — moteur diesel 84 cv — antidéflagrant

Le moteur diesel a été vérifié, en fonctionnement en atmosphère grisouteuse, comme suit :

a) Le moteur est placé dans une enceinte contenant 8 % de méthane dans l'air, aspiration et échappement à l'air libre hors de la cuve.
Vérification dans ce cas de la non-transmission de flamme et du non-dépassement de température dangereuse du moteur proprement dit : joints de culasse, joints de bielles, des soupapes, etc...

b) Le moteur est placé dans l'enceinte contenant le mélange explosif avec aspiration de ce mélange, mais échappement à l'air libre.
On vérifie que l'explosion interne d'un mélange air-méthane-mazout ne modifie pas les propriétés antidéflagrantes démontrées en « a » et que l'explosion ou la flamme ne remonte pas par la tuyauterie d'aspiration. Il faut noter qu'avec un mélange air-méthane à l'alimentation, le moteur ralentit et, avec 8 % de méthane, s'arrête par étouffement.

c) Le moteur est placé dans la même enceinte, avec aspiration à l'air libre, permettant une marche au régime normal et échappement dans l'enceinte. Vérification que les gaz d'échappement ne peuvent enflammer le mélange explosif.

Tous les essais sont renouvelés chacun au moins cinq fois.

En outre, des mesures de température sont effectuées aux points les plus chauds accessibles par l'atmosphère ambiante : embouts des cylindres, sortie des gaz d'échappement, etc...

De plus, les coupe-flammes des tuyauteries et reniflard sont essayés, séparément, suivant les modalités habituelles

Enfin, des mesures précises de la teneur en CO des gaz d'échappement ont été effectuées pour différents régimes ; la mise en charge du moteur diesel a été réalisée par accouplement au frein électromagnétique utilisé pour les essais des machines électriques.

613. *Certificats divers*

6131 — Un ventilateur de mines a été examiné après installation dans le fond et reconnu conforme à la circulaire n° 39 du Directeur Général des Mines.

6132 — A la requête d'un utilisateur de matériel électrique antidéflagrant (raffinerie), il a été procédé à des essais d'un produit (du type lubrifiant synthétique) ayant des propriétés anticorrosives, susceptibles de protéger efficacement les joints plats antidéflagrants et de s'opposer à la pénétration de l'humidité dans l'enveloppe (notamment des boîtes à bornes, haute tension, de moteurs installés « à la porte »)

En principe, les joints antidéflagrants doivent être réalisés « métal sur métal ». On peut craindre qu'un film de graisse, déposé dans le joint, bien que n'ayant une épaisseur que de quelques microns, ne puisse favoriser la transmission de la flamme par expulsions de particules chaudes, lors d'une explosion interne à l'appareil. Des explosions réalisées de façon consécutive, portant donc les joints à des températures anormalement élevées, ont montré que le produit présenté ne réduisait pas la sécurité du matériel antidéflagrant. Les essais ont été poursuivis sur le produit fraîchement déposé, puis vieilli artificiellement à haute température, essais de plus réalisés avec les mélanges explosifs imposés pour les groupes d'enveloppes IIb suivant la norme NBN 286.

614. *Essais individuels*

Nombre de procès-verbaux individuels : 500.

Il s'agit des essais à la surpression égale à 1,5 fois la pression d'explosion, conformément à la norme NBN 286, prévus pour chaque enveloppe antidéflagrante.

Ces essais ont fait l'objet d'un commentaire dans le rapport de l'année 1974, article 6115. La progression du nombre de procès-verbaux délivrés en 1975 montre l'intérêt croissant qu'y trouvent les constructeurs à faire réaliser ces essais à l'INIEX.

615. *Matériel réparé*

Nombre de procès-verbaux pour matériel réparé : 3.

S'il paraît évident qu'un matériel réparé doit présenter les mêmes garanties de sécurité que dans son état initial, les normes nationales ne mentionnent aucune règle ni obligation de vérification d'un matériel après réparation.

La nouvelle norme européenne en projet : « Règles générales pour le matériel électrique pour atmosphères explosives : EN 50014 » a introduit un article concernant les réparations. Les parties intéressées par la réparation et affectant le mode de protection doivent être soumises à de nouvelles épreuves et vérifications individuelles. Il faut espérer que ce texte précis attirera mieux l'attention des utilisateurs et réparateurs.

Actuellement, les demandes de vérification ne concernent que le matériel antidéflagrant : celui-ci est soumis aux essais de pression individuels et examens des joints antidéflagrants. La nouvelle norme s'appliquera cependant à tous les modes de protection.

62. *SECURITE INTRINSEQUE*

Sept nouvelles demandes d'agréation et de certifi-ats de conformité ont été introduites au cours de ette année ; pendant cette période, le service a étu-ié, examiné et éprouvé les circuits de dix-sept appa-eils ou ensemble d'appareils. Neuf d'entre eux ont atisfait complètement et ont été proposés à l'agréa-ion comme matériel de sécurité intrinsèque. Six de es derniers étaient destinés aux mines :

— un système de télétransmission type TF 24 de la firme Funke + Huster ;
— un analyseur de gaz type Unor, pour la détermination du CH_4, CO et CO_2, présenté par la société Intégra ;
— un capteur de pression CMR 700 type TDF 740, de la firme Hartmann-Braun ;
— une unité d'alimentation type AL-HB, réalisée par les laboratoires de l'U.C.L. ;
— un ensemble de dix récepteurs type FEF1 destiné à fonctionner avec le système de télétransmission TF24 de la firme Funke + Huster ;
— un ensemble de télécommande à huit canaux de fabrication Siemens, présenté par la firme Eickhoff et destiné à la commande d'une haveuse.

Trois autres appareils étaient destinés aux indus-ries autres que les mines :

— deux relais amplificateurs types WE70/Ex1/... et WE70/Ex2/... construits par la firme Pepperl et Fuchs et qui servent dans la commande des essoreuses centrifuges à la société « Recherche et Industrie Thérapeutiques » (R.I.T.) à Rixensart ;
— un relais amplificateur type 2 construit par le laboratoire de la caserne « Gerbe de Blé » à Louvain et qui est destiné à la surveillance de la pression des pipe-lines de l'OTAN.

Quatre autres appareils ont également satisfait aux xamens et essais. Ils n'avaient pu être acceptés tels uels et nous attendons encore quelques documents u précisions pour la clôture de leur dossier :

— une alimentation GTM modifiée par l'INIEX (Liège) ;
— une alimentation ATM également modifiée par l'INIEX (Liège) ;
— un grisoumètre MSA ;
— un ensemble de commande et d'indication tachymétrique destiné à la surveillance des essoreuses centrifuges utilisées par la R.I.T. à Rixensart.

Enfin, trois appareils ont été refusés et une demande d'agréation concernant un quatrième appareil a été retirée par son constructeur.

Le système de télétransmission TF 24 cité plus haut constitue l'un des systèmes rationnels qui permettent l'utilisation multiple d'une ligne bifilaire et qui a été mis au point par nos voisins allemands et français.

Le système de télétransmission TF 24 utilise les fréquences acoustiques et permet la transmission simultanée de 24 signaux, chaque signal nécessitant pour sa transmission un canal dans la gamme de 300 à 3.400 Hz. Chaque canal comporte au minimum un émetteur de fréquence repéré FS1 ou FS2 et un récepteur sélectif de cette fréquence repéré FEF1, FEO1 ou FEJ1 (fig. 18).

A la surface, on a un générateur de courant continu et un convertisseur continu-continu qui alimente la ligne partant vers le fond et aboutissant au convertisseur continu-continu dUG4FAG3 qui alimente les récepteurs et émetteurs de fond. Ce convertisseur laisse passer les signaux fréquentiels. Les lignes sortant du dUG4FAG3 sont de sécurité intrinsèque. Elles portent le courant continu d'alimentation des émetteurs FS1, des récepteurs FEF1 et des modulateurs FGU1 ou FWU1.

Aux modulateurs, arrivent les signaux analogiques provenant des capteurs de grandeurs électriques. Les récepteurs FEF1 reçoivent des ordres simples à partir de la surface.

La transmission entre fond et surface se fait par modulation d'amplitude d'une fréquence porteuse.

63. *SECURITE AUGMENTEE « e »*

631. *Agréations*

Procès-verbaux de conformité à la norme NBN 717 : 58.

Procès-verbaux de conformité à la publication de la CEI 79-7 : 8.

Procès-verbaux de conformité aux normes étrangères : 9.

Total des certificats et procès-verbaux pour le matériel de sécurité « e » . 75.

632. *Etude d'un moteur synchrone de grande puissance*

Parmi le matériel de grande puissance agréé en sécurité « e », signalons un moteur synchrone à pô-

Utilisation Réception Emission Capteurs de grandeurs

SURFACE FOND

Fig. 18 : Système de télétransmission TF 24

les saillants - 2600 kW - 300 tours/min, 6000 V, cos. phi = 1 - couple nominal : 8.450 kgm (fig. 19).

Le démarrage s'effectue par enclenchement direct au réseau 6 kV, les enroulements d'excitation rotorique étant court-circuités sur résistance, pendant le démarrage, pour éviter toute tension dangereuse induite par le champ tournant. Au point de vue sécurité contre les explosions, le dispositif de captage rotorique : bagues collectrices, balais, bornes, est protégé suivant le mode de sécurité « surpression interne », de sorte que le problème des surtensions rotoriques est éliminé.

Les échauffements des bobinages (stator et rotor), en régime nominal, ont été évalués par les essais partiels suivants.

Un essai en déwatté (sur self), en alternateur, avec le courant d'excitation nominal et le courant stator nominal, donne les échauffements dus aux pertes joules et pertes mécaniques, plus les pertes magnétiques à la tension imposée par l'essai (soit dans ce cas 4.848 V). On ajoute arithmétiquement la différence, d'ailleurs très faible, entre l'échauffement dû aux pertes magnétiques à 6000 V et à 4848 V par deux essais à vide successivement à ces deux tensions.

L'essai en déwatté est une méthode applicable, au plancher d'essais du constructeur, sans dépense importante d'énergie ; pour cette machine de 2.600

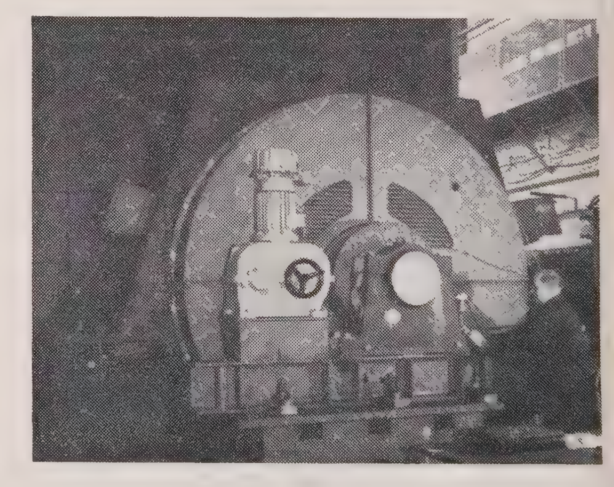


Fig. 19 : Moteur synchrone — 2.600 kW à 300 tours/min — protection Ex « e » et Ex « p »

V, la puissance au moteur d'entraînement était environ 80 kW.

Bien qu'aucune norme de sécurité contre les ex-osions ne précise d'essais complémentaires sur les achines synchrones, nous avons poursuivi des es-is à rotor calé, en vue d'établir un échauffement mplémentaire au temps t_E, résultant d'un blocage cidentel du rotor au démarrage, puis tenté de fixer, r calculs, un temps de démarrage à ne pas dépas-r.

Dans le cas de la machine essayée, le couple de émarrage, égal d'ailleurs au couple nominal, est otenu par les courants de Foucault développés à la urface des pièces polaires massives, par le champ urnant.

On a donc réalisé des essais à rotor calé, pour fférentes tensions d'alimentation : 3000 V, 2220 V 1500 V, avec mesure par 6 thermocouples de échauffement des pièces polaires. Comme il fallait y attendre, c'est au milieu de la longueur du pôle et ur la génératrice de l'arc polaire, où l'entrefer est inimum, que l'échauffement est le plus élevé. On btient un échauffement, pratiquement adiabatique, u moins pour des essais d'environ 20 secondes, onction du carré de la tension appliquée. Il existe peu e littérature concernant les pertes par effet pellicu-ire de pôles massifs : ces essais permettront, de avis des constructeurs, de réaliser un pas important ans l'élaboration de règles de calcul. Une autre res-riction qui nous paraît devoir être imposée, au point e vue de la sécurité contre les explosions, concerne échauffement des pièces polaires en fin de démar-age.

En effet, les machines synchrones à pôles saillants nt un important moment d'inertie, désigné par I ; 'autre part, le couple moteur, désigné par C, ne peut tre que difficilement évalué en fonction de la vites-e ; cependant, dans le cas présent, le constructeur a u réaliser un enregistrement de la vitesse N d'où la nesure du couple par la relation $C = I\, dN/dt$. On eut démontrer ainsi que le couple est constant pen-ant le démarrage, avec toutefois une chute après ,5 Ns (N synchrone). Ce point correspond à une éduction des courants pelliculaires, ceux-ci tendant ers zéro au synchronisme. Ces valeurs moyennes ont confirmées par des mesures sur de nombreuses utres machines. Dès lors, en considérant une ccélération à couple constant de 0 à 0,5 Ns, avec ertes égales à celles engendrées à rotor calé, puis ne accélération de 0,5 Ns à couple moitié moindre et ertes moitié moindres, on en déduirait un temps de émarrage = $(1 : 0{,}66) \times t_E$ à échauffement égal des ièces polaires, échauffement supposé adiabatique, e qui n'est plus le cas dans le temps de démarrage, chauffement réduit encore par la ventilation crois-ante du rotor.

Donc, avec un bon coefficient de sécurité, nous proposerons d'adopter un temps de démarrage limité à $1{,}5 \times t_E$, ce dernier, comme expliqué ci-avant, étant le temps à rotor bloqué, dans les conditions de démarrage prévues par le constructeur, pour lequel les points les plus chauds des pôles restent à une température inférieure à la classe d'ignition des gaz conformément à la norme.

Les échauffements complémentaires des enroulements stator sont vérifiés également, mais restent généralement très inférieurs à celui des surfaces des pôles. Au point de vue sécurité contre les explosions, nous imposerons donc, comme marquage particulier des moteurs synchrones, le rapport I_A/I_N, le temps t_E et la durée maximale d'un démarrage, les conditions de démarrage étant celles prévues par le constructeur.

Une série de 5 moteurs synchrones identiques a été agréée, ces moteurs de construction belge sont destinés à l'exportation.

633. *Autres machines de grande puissance*

Parmi d'autres machines de grande puissance agréées en 1975, une série de 10 moteurs asynchrones de 8.000 kW, 1.500 tours/min, 11.000 V (fig. 20).

Ces moteurs sont de construction belge et destinés à l'exportation.

Chez un constructeur des Pays-Bas, nous avons agréé une série de 4 moteurs asynchrones 2.425 kW, 1.800 tours/min, 13.800 V, suivant les prescriptions de la CEI (publication 79-7) ; ces machines sont destinées à des plates-formes de forage de puits de pétrole en Mer du Nord.

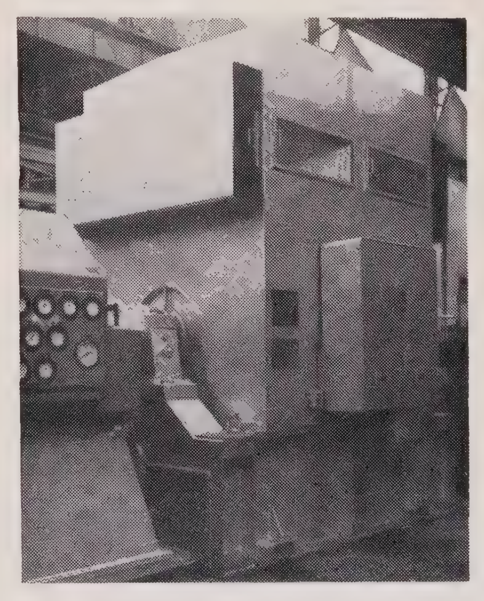


Fig. 20 : Moteur asynchrone — 8.000 kW à 1.500 tours/min — protection Ex « e »

64. *SECURITE PAR SURPRESSION INTERNE*

En 1975, il a été procédé pour la première fois à l'agréation de deux types de machines électriques de grande puissance construites en Belgique et aux Pays-Bas, en mode de sécurité surpression interne — Ex « p ».

Dans ce mode de protection, la sécurité contre les explosions est obtenue par le maintien, dans l'enceinte, d'une légère surpression par rapport à l'ambiance, de façon à empêcher l'introduction d'un mélange dangereux et, de ce fait, empêcher son contact avec les parties électriques susceptibles de présenter un échauffement dangereux. Il faut de plus, qu'avant mise sous tension, un balayage à l'air pur ait expulsé toute trace de mélange explosif qui aurait pu pénétrer dans l'enceinte pendant les périodes de mise hors service et d'arrêt de la surpression. Enfin, il faut s'assurer que les parties extérieures de l'enveloppe, qui sont accessibles au mélange explosif, ne puissent pas atteindre une température dangereuse.

Pour s'assurer de l'existence d'une surpression interne suffisante pendant le fonctionnement de l'appareil, on procède à des mesures de la pression effective existant aux endroits où une dépression pourrait provoquer une admission du mélange explosif ambiant : traversée d'arbre, d'axe de manœuvre, joints des couvercles, portes de visite, etc... Une arrivée d'air comprimé, dit « de compensation des fuites », doit maintenir en tout point cité ci-dessus une pression minimale effective de 10 mm de colonne d'eau. On note la pression enregistrée dans ces conditions à un manomètre de signalisation placé sur l'enveloppe et affecté par la pression statique intérieure à l'enveloppe. Il importe que ce manomètre ne soit pas affecté par la pression dynamique (ou terme $V^2/2g$) qui pourrait résulter du débit de fuite.

L'appareil électrique « en surpression interne » doit être mis automatiquement hors service dès que la pression au manomètre chute en dessous de la valeur enregistrée ci-avant. Le débit de fuite, mesuré dans les conditions d'essai de l'appareil, est donné à titre indicatif à l'installateur. L'efficacité du balayage est vérifiée comme suit. L'appareil est rempli de CO_2 à au moins 25 % en volume dans l'air. On effectue le balayage de la façon prévue par le constructeur, on mesure la chute de concentration de CO_2 au point le plus bas de l'enveloppe (accumulation du CO_2, plus lourd que l'air), en fonction du temps et donc du débit d'air. Nous disposons, pour ce faire, d'un analyseur de CO_2 portatif donnant une bonne lecture entre 20 % et 1 % de CO_2. On peut aisément tracer une courbe de concentration en CO_2, fonction du temps de balayage, courbe extrapolée jusqu'à 0,5 % de CO_2. On ne trouve, en effet, dans les tables et traités existants, aucun gaz qui donne un mélange explosif, à une concentration inférieure à 0,5 % dans l'air.

En fait, les normes imposent simplement un balayage égal à 5 fois le volume libre de l'enceinte, chiffre qui correspond assez bien à celui déterminé par l'essai ci-dessus. Nous imposons, comme volume de balayage, la plus grande des deux valeurs trouvées. En outre, des essais réalisés en laboratoire à Pâturages, permettent de préciser au constructeur les positions les plus efficaces d'entrée et de sortie de l'air de balayage et enfin la prise de CO_2 (éventuellement multipliée) est réalisée à l'endroit le plus inaccessible au balayage, ceci pour tenir compte que le CO_2 n'est pas toujours représentatif de l'ambiance réelle où l'appareil est appelé à fonctionner.

65. *SECURITE « N »*

Ce mode de sécurité, applicable pour certains matériels, a été décrit dans le rapport annuel de 1974.

Pour l'année 1975, 47 procès-verbaux d'essais ont été réalisés.

66. *DIVERS*

Mesure de la résistivité d'un additif pour polymère

Une firme chimique nous a demandé de mesurer la résistivité d'échantillons de dioctylphtalate. Comme la résistivité prévue était de l'ordre de $10^{11}\Omega$.cm, il était nécessaire de réaliser un dispositif de mesure sensible et précis.

Le liquide était placé dans un récipient isolant cylindrique dont les fonds portaient les 2 électrodes de courant, selon le schéma de principe scientifiquement exact, dérivé du dispositif de mesure pour les diélectriques solides (fig. 21)

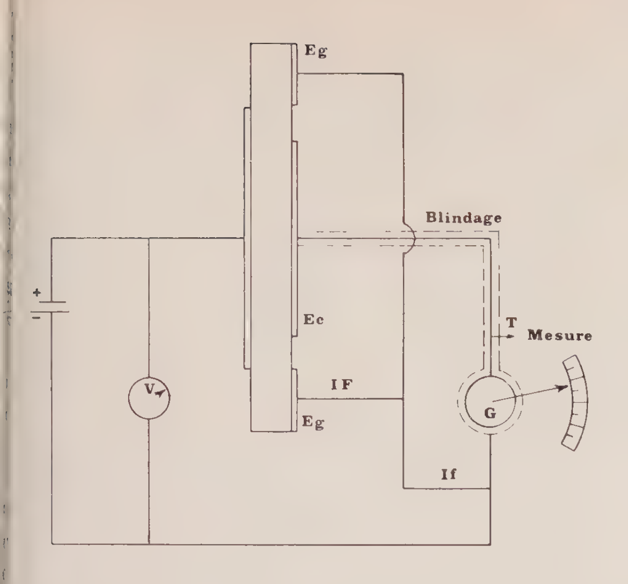


Fig. 21 : Dispositif de mesure de la résistivité d'un additif pour polymères

Une électrode de garde qui entoure l'électrode de courant négative est destinée à recueillir le courant de fuite sur les parois du récipient.

La tension d'essai était de 500 à 1000 volts.

La résistivité a été trouvée être de l'ordre de 10^{11} Ω.cm.

L'Institut est ainsi équipé d'un dispositif de mesure de résistivité pour les diélectriques liquides et peut aussi mesurer celle des diélectriques solides.

Etude d'un disjoncteur différentiel pour courant de défaut (fig. 22)

L'appareil est basé sur la dissymétrie des flux magnétiques vectoriels qui apparaît en cas de courant de défaut I_d = environ 30 mA.

Le flux magnétique résultant est détecté par une bobine dont la force électromotrice excite le relais de déclenchement. Nous avons constaté que l'appareil ne fonctionne pas lorsqu'il est placé suffisamment près du transformateur de réseau, car alors les capacités de ligne sont insuffisantes.

L'étude a montré qu'une transformation de l'appareil pouvait y remédier, transformation consistant en l'adjonction d'une étoile capacitive C_{AM} en amont du disjoncteur différentiel avec $C_{AM} = 0{,}47\ \mu F$.

Ceci est nécessaire pour pallier le danger qui apparaît en cas de double défaut à la terre.

Nous avons envisagé l'augmentation de C_{AM} jusque 1,7 μF environ. L'appareil deviendrait alors supplémentairement un contrôle d'isolement élémentaire permettant de détecter un défaut à la terre arrivé au stade déjà grave de l'ordre de 4.000 ohms.

Il reste à étudier aussi le pouvoir de coupure du disjoncteur différentiel qui est destiné à satisfaire à l'article 41 du règlement sur l'emploi de l'électricité dans les mines.

Inflammation du grisou par les pics de haveuse

Ces inflammations sont produites par le frottement des pics munis de plaquettes en carbure.

La première partie de la recherche a consisté à étudier la friction d'un pic sur une roche quartzeuse venant d'un charbonnage de Campine.

Le pic a été monté à l'extrémité du bras d'un pendule lesté d'un poids de 17,5 kg, rendu déplaçable pour permettre de faire varier l'énergie du choc et de la friction.

Le pendule était placé dans une chambre contenant un mélange grisou-air à 7,5/9,25 % de CH_4. Bien

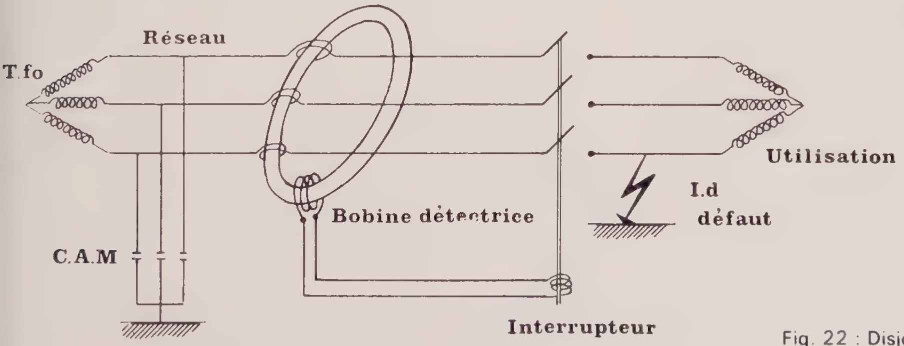


Fig. 22 : Disjoncteur différentiel pour courant de défaut

qu'on ait observé des étincelles, il n'y a pas eu d'inflammation du gaz au cours de 50 essais.

La recherche, pouvant étudier différents carbures, sera poursuivie par la réalisation de la friction continue du pic sur un béton fabriqué avec des roches quartzeuses de la meulière de Saint-Denis et du quartzite du Carbonifère inférieur.

Dispositif coupe-flamme pour les chalumeaux

Une étude a été conduite pour connaître la sécurité des coupe-flamme en métal fritté vis-à-vis d'un gaz inflammable dont on faisait varier la teneur et la pression amont.

On a trouvé que, lors des traversées du coupe-flamme, c'était le mélange stoéchiométrique qui nécessitait la pression minimale avant mise à feu.

On a essayé un type de coupe-flamme pour une firme.

Une lampe à benzine de fabrication polonaise a é refusée ; le rallumeur dont elle était pourvue utilisa un alliage de cérium, alors que les essais conduits l'Institut dans les années 1908 par l'ingénieur L maire avaient montré, indiscutablement, le dange d'inflammation du grisou par les particules d'allia de cérium qui, par l'usage du rallumeur, se dépo saient sur le pot et pouvaient venir se loger dans le tamis par retournement de la lampe.

Une lampe électrique au chapeau pour la mine été examinée.

L'agréation n'a pas encore été accordée en raiso du fait que le boîtier de l'accumulateur est en alumi nium, ce qui est prohibé, d'après les travaux d groupe de Travail « Electricité » de l'Organe perma nent des mines de houille de la CEE (sauf lorsque l teneur en Al + Ti + Mg est inférieure ou égale 15 %).

Dans une lampe présentée par un charbonnage, le remplacement du phare par un autre provenant d'une lampe agréée a été accepté.

67. *PROPAGANDE POUR LA SECURITE*

Au cours de l'année 1975, la division de Pâturages de l'Institut National des Industries Extractives a organisé 29 journées de démonstrations relatives à la sécurité.

Les séances d'expériences, accompagnées d'exposés théoriques et de projections cinématographiques, ont porté sur les explosifs, le minage, la grisoumétrie, les lampes à flamme, les extincteurs, les courroies ininflammables, le matériel électrique.

Comme les années précédentes, les essais démonstratifs, effectués tant en galerie expérimentale qu'en laboratoire, ont mis en évidence la nécessité de se conformer aux réglementations imposées.

Parmi les 592 visiteurs qui ont ainsi participé à ces journées de la sécurité, on dénombre :

324 boutefeux,
56 ingénieurs, surveillants et personnel de maîtrise des mines,
119 électriciens des mines,
19 professeurs et élèves des grandes écoles,
30 membres des comités de sécurité d'entreprises métallurgiques,
29 fonctionnaires de l'Inspection du Travail de la Communauté Européenne,
15 membres du personnel de cadre des syndicats des mineurs.

La Société Royale Belge des Electriciens (S.R.B.E.) a organisé en 1975, à Pâturages, une journée d'étude ayant pour thème « Le matériel électrique de sécurité vis-à-vis des gaz inflammables ». Les exposés théoriques ont été suivis d'essais et de démonstrations dans nos laboratoires. La journée s'est terminée par une visite des installations de l'Institut.

---

7. Section Salubrité
« Lutte contre la pollution de l'air »

71. *ETUDE DE LA POLLUTION DE L'AIR*

711. *Mesure de la pollution atmosphérique « Fumées-SO_2 »*
(étude financée par le Ministère de la Santé Publique)

Comme les années précédentes, la participation du laboratoire au réseau national de mesure a été effective.

Nous contrôlons, chaque semaine, trente et une stations situées sur un réseau de 650 km ; ces stations, qui ont été installées en Belgique à l'initiative de la Direction Générale de l'Hygiène du Ministère de la Santé Publique, permettent de déterminer en continu et par fraction de 24 heures les fumées, les poussières inférieures à 10 microns et le SO_4 présents dans l'air.

Nous avons réalisé cette année : 13.020 dosages de SO_2 et 13.020 dosages de fumées.

Les résultats sont relatés dans le bulletin mensuel publié par l'Institut d'Hygiène et d'Epidémiologie.

Les tableaux IX et X donnent les valeurs moyennes mensuelles en SO_2 exprimées en $\mu g / m^3$ d'air pour les différentes stations de mesure.

Les teneurs les plus élevées sont observées dans les grandes agglomérations.

712. *Mesure de la pollution d'origine industrielle à l'aide des jauges de dépôt*

7121 *Etude subsidiée par le Ministère de la Santé Publique*

Dans le cadre de cette étude, nous participons au réseau de contrôle de la pollution atmosphérique d'origine industrielle en Wallonie Le laboratoire a poursuivi les mesures commencées l'année dernière dans les régions de Tournai, Mons, Soignies, Feluy, Braine-le-Comte, Tubize et La Louvière.

Pour chaque station, nous déterminons mensuellement la teneur en poussières solubles et en poussières insolubles, ainsi que la teneur en ions SO_4

Tous les trois mois, nous effectuons, sur un échantillon moyen de la phase liquide, le dosage des phosphates, des nitrates et des fluorures et, sur un échantillon moyen des poussières, le dosage des métaux suivants : fer, calcium, cadmium, plomb, chrome, zinc et mercure.

Nous assurons également l'analyse des métaux des échantillons des poussières recueillies dans les provinces de Namur et de Liège par la division de Liège

Nous avons effectué plus de 2000 analyses de métaux durant cette année à l'aide de l'installation d'absorption atomique de flamme.

7122. *Etudes demandées par l'Administration des Mines*

Nous avons poursuivi les études localisées à Charleroi, Mons, Tournai, Quenast et Vilvorde. Les résultats de ces mesures ont été transmis aux administrations intéressées

7123 *Etude demandée par le Centre d'Etudes de l'Energie Nucléaire de Mol*

Dans le cadre d'une étude demandée par le Ministère de l'Economie Régionale Flamande et à la demande du Centre d'Etudes de l'Energie Nucléaire

Tableau IX

Valeurs moyennes mensuelles en SO_2, exprimées en $\mu g/m^3$ d'air

Ville/Mois 1975	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ath	43	102	68	74	52	73	69	45	—	—	61	89
Comines	199	139	52	39	36	25	10	14	16	45	74	75
Enghien	44	85	53	52	37	30	18	29	21	34	50	73
Geraardsbergen	67	170	86	86	71	64	45	61	51	81	113	148
Herseaux	91	134	87	70	45	41	30	39	37	62	85	229
Kortrijk 1	88	179	94	80	56	53	36	40	53	97	132	138
Kortrijk 2	104	219	145	163	148	324	301	284	188	162	160	196
Leuze	59	102	54	57	45	64	39	49	32	52	83	83
Menen	68	152	60	53	25	12	76	78	40	69	95	115
Mons	119	122	96	91	58	51	27	63	39	93	124	104
Mouscron	94	165	65	45	23	29	7	13	23	49	55	105
Ninove	72	152	86	76	64	75	68	74	45	81	149	114
Oudenaarde	36	116	55	53	45	41	24	27	21	47	57	83
Peruwelz	83	110	116	132	158	167	181	208	201	142	118	88
Ploegsteert	37	144	53	46	—	—	—	—	121	92	89	101
Ronse	72	124	81	76	91	80	43	66	43	70	90	129
Soignies	45	109	58	53	43	40	21	23	22	54	84	102
Tournai I	43	89	55	70	74	81	57	69	30	46	48	72
Tournai II	54	112	57	73	72	75	49	60	41	76	79	110

Tableau X

Valeurs moyennes mensuelles en SO_2 ($\mu g/m^3$) observées dans la région de Feluy

Commune/Mois 1975	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Feluy	40	62	40	46	56	53	49	52	46	57	58	71
Seneffe	50	82	50	63	39	42	17	33	32	51	—	112
Ecaussines-Lalaing	40	62	48	51	53	68	42	48	37	50	60	70
Familleureux	42	86	47	46	58	64	50	54	30	60	75	82
Marche-lez-Ecaussines	35	64	43	48	35	37	25	24	25	36	50	61
Mignault	36	65	38	43	38	40	45	42	18	33	52	47
Monstreux	43	71	45	42	43	45	36	41	30	40	56	68
Nivelles	162	165	108	114	73	65	52	53	55	100	133	177

e Mol, nous avons installé au début de cette année n réseau de 47 jauges dans les régions de Boom et lvorde ; la maille du réseau a un kilomètre de côté et s sommets sont définis géographiquement par les oordonnées du système Lambert.

Les résultats des mesures faites en 1975 permettent de tirer les observations suivantes :

- Les eaux recueillies sont relativement acides ; dans la plupart des cas, les valeurs de pH sont comprises entre 4 et 4,5.
- La fréquence des teneurs en ions SO_4 supérieures à 40 mg/m^2 . jour a été très élevée seulement durant le premier trimestre.
- Les retombées de poussières, dans la plus grande partie de ces régions, sont comprises entre 200 et 400 mg/m^2 . jour.

  A Vilvorde, les retombées sont plus élevées pour trois zones, au nord-ouest, au sud-ouest et au centre de la ville où l'on observe des valeurs atteignant 1500 mg/m^2 . jour.

  A Boom, les retombées les plus élevées sont situées dans une zone étalée le long du canal de Willebroek à Boom ; elles sont comprises entre 400 et 800 mg/m^2 . jour.

713. *Etude de la pollution solide de Kruibeke à l'aide de capteurs de poussières*

A la demande de l'Administration des Mines de Hasselt, nous avons installé, dans le courant de 'année dernière, un aspirateur équipé d'une membrane filtrante dans le but de déterminer journellement la pollution solide émise par une usine d'Argex abriquant des produits expansés à base d'argile.

L'appareillage, qui est installé au sud-ouest de l'usine, se compose d'une tête filtrante, d'un aspirateur t d'un contrôleur de débit. Les filtres utilisés pour ollecter les poussières sont des membranes filtrantes le 160 mm de diamètre ; au laboratoire, les poussières sont séparées de la membrane après dissolution de celles-ci et ensuite pesées.

Ce dispositif de mesure a été complété par trois utres capteurs de poussières type C.P.A. Dans ces ppareils, l'air à filtrer est aspiré par la dépression rovoquée par la rotation à grande vitesse d'un disque en mousse de polyuréthane, qui retient les particules en suspension dans l'air par impact et par filtration centrifuge.

Deux des appareils installés fonctionnent sur batterie et ont une autonomie de sept jours, le troisième onctionne sur secteur

Le débit d'air traité est de 600 litres/heure et la urée du prélèvement est au minimum de 7 jours.

La détermination de la quantité de poussières retenues par le filtre est effectuée par pesée du filtre à poids constant avant et après prélèvement au même degré hygrométrique.

Les résultats obtenus sont transmis régulièrement aux fonctionnaires intéressés.

Les valeurs observées à partir de l'aspirateur à membrane sont comprises entre 0,030 et 0,521 milligramme par mètre cube d'air ; celles mesurées à l'aide des capteurs type C.P.A. sont comprises entre 0,010 et 0,200 milligramme par mètre cube d'air.

714. *Etude du fluor émis par les briqueteries de la région de Courtrai*

Au cours de la cuisson des briques, une partie du fluorure présent dans la matière première (argile-schiste) est libérée et rejetée dans l'environnement de la briqueterie.

Lorsque des pâturages entourent la briqueterie, les brins d'herbe captent partiellement les fluorures qui sont alors absorbés par le bétail. Une partie des fluorures absorbés est éliminée par la voie urinaire, le reste est retrouvé dans le squelette et entraîne la fluorose. Cette maladie provoque une diminution de la production de lait, des pertes de poids et l'apparition d'une certaine raideur des membres.

Afin d'avoir une estimation de la quantité de fluorures libérée au cours de la cuisson, l'Administration des Mines de Hasselt nous a demandé de déterminer la teneur en fluorures dans de la brique non cuite et dans de la brique cuite. Nous avons reçu 180 briques à analyser en provenance des différentes briqueteries de la région de Courtrai, ainsi que des échantillons d'argile et de schistes, cette matière première intervenant pour environ 20 à 30 % dans la fabrication.

Au laboratoire, l'échantillon est tout d'abord broyé finement et séché à 100°C, il est ensuite soumis à une fusion alcaline à 900°C dans un creuset en platine pour assurer une transformation complète des fluorures insolubles en fluorures solubles.

Nous utilisons, pour doser les fluorures dans les solutions ainsi préparées, une électrode spécifique aux ions fluorures combinée à une électrode au calomel reliée à un millivoltmètre digital précis à 0,1 mV.

Pour une même température, le potentiel mesuré est une fonction logarithmique de l'activité des ions fluorures et donc de la concentration en ions fluorures, si l'on parvient à maintenir constant le coefficient d'activité des ions F^{-4} ($a_{F^-} = \gamma_{F^-} . C_{F^-}$, l'activité des fluorures étant égale au produit du coefficient d'activité par la concentration en ions fluorures). Pour maintenir constant le coefficient d'activité des ions fluorures, on utilise du Tisab III, qui a pour effet de

fixer à 4,8 le pH de la solution à analyser et d'apporter en excès des ions neutres pour maintenir constante la force ionique. Ce Tisab III permet également de complexer partiellement les ions gênants, spécialement Al^{3+} et Fe^{3+}, qui peuvent complexer les ions fluorures et donc fausser la mesure.

Les résultats de ces analyses sont transmis à l'A ministration des Mines.

En complément de cette étude, nous avons égal ment placé cinq jauges de dépôt dans l'environn ment d'une briqueterie à Lendelede pour contrôl mensuellement les retombées en fluorures.

72. *AGREATION ET CONTROLE DES APPAREILS RESPIRATOIRES*

721. *Agréation de nouveaux appareils conformément à la loi du 11 septembre 1961*

Nous avons soumis aux essais d'agréation les appareils suivants :

1) cagoule à adduction d'air comprimé Zollner type 3500,
2) couvre-face Auer 39,
3) demi-masque antipoussières Seplast M.D.P.,
4) demi-masque antipoussières Seplast SR 97 (fig. 23),
5) masque à adduction d'air comprimé Fernez typ 211 (fig. 24),
6) masque à adduction d'air comprimé Fernez typ II.

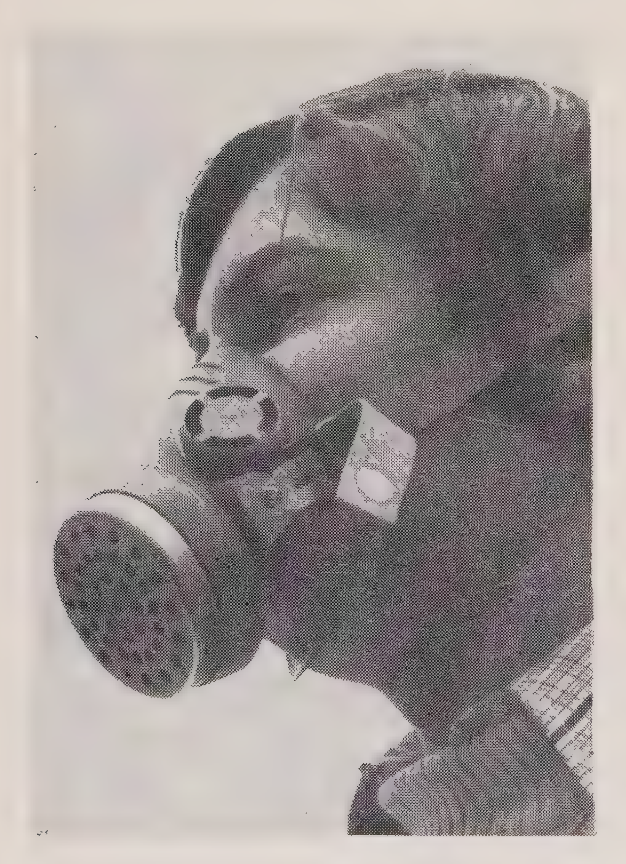


Fig. 23 Demi-masque antipoussières Seplast SR 97

L'agréation des cartouches antipoussières com porte l'examen de la résistance d'inspiration et d'ex piration du filtre à l'état neuf, du pouvoir de rétentio de l'organe filtrant vis-à-vis des particules siliceuse et de la résistance d'inspiration du filtre usagé.

Les cagoules et les couvre-faces subissent des es sais en vue de déterminer :

a) l'étanchéité de l'appareil contre toute possibilit de rentrée d'air pollué ambiant ;
b) la résistance mécanique de l'appareil.

722. *Contrôle des cartouches filtrantes antipoussières et anti-CO*

En vertu de la loi qui réglemente les condition d'agréation des appareils respiratoires, chaque lot de fabrication de filtres ou de cartouches filtrante agréés fait l'objet d'un contrôle qui consiste à teste un certain nombre de pièces prélevées dans le lot.

Le tableau XI donne pour cette année le nombre total de filtres et de cartouches présentés au contrôle

723. Contrôle des masques autosauveteurs

En application de l'Arrêté Royal du 2 décembre 1957 relatif au port d'un masque de protection con tre les feux et incendies dans les travaux souterrains chaque lot de fabrication de masques agréés doi subir un contrôle de l'efficacité vis-à-vis du CO, e tenant compte du vieillissement des masques a cours du temps.

Nous avons testé cette année 127 masques.

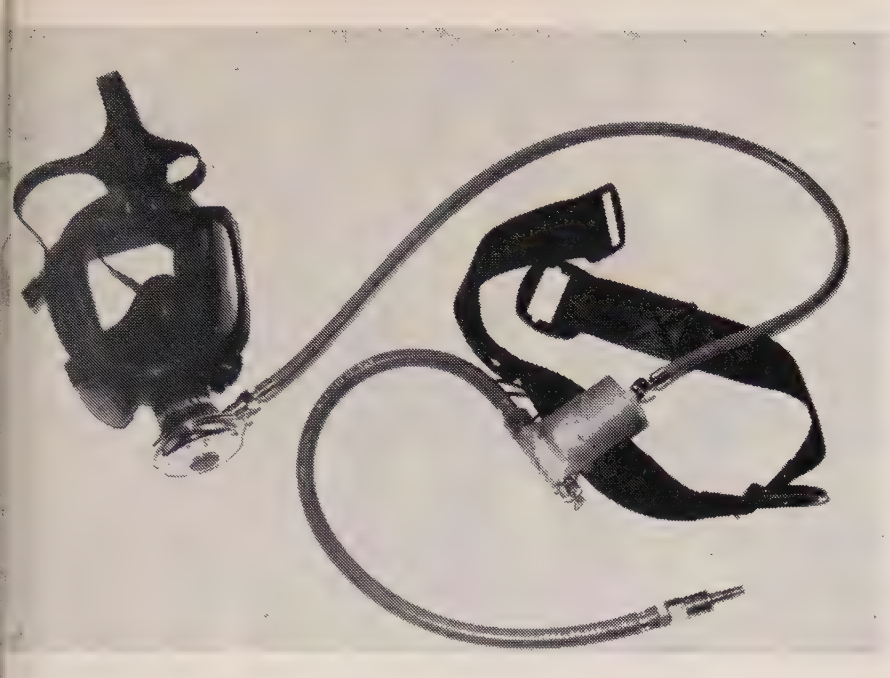


Fig 24 Appareil respiratoire à adduction d'air comprimé Fernez type 211

Tableau XI
Filtres ou cartouches filtrantes présentés au contrôle

Type de filtres ou de cartouches filtrantes	Nombre de pièces
Filtres antipoussières 3M	1350
Filtres antipoussières Kollix	2800
Filtres antipoussières Barikos 1405/St	2800
Filtres antipoussières S.F.A.	3992
Cartouches mixtes Draeger	5040
Cartouches mixtes Auer	6773
Cartouches mixtes Fernez	24
Cartouches anti-CO Draeger	219
Cartouches anti-CO Auer	125

73. *ANALYSES DIVERSES*

A la demande du Service Géologique de Belgique, nous avons effectué régulièrement la détermination de la teneur en cendres et en matières volatiles des échantillons de roches prélevées au sondage de St-Ghislain.

Pour l'Administration des Mines de Charleroi, nous avons déterminé la teneur en cendres de 36 échantillons de roches prélevées au terril d'Hornu et Wasmes, dans le but de connaître le pourcentage de matière combustible éventuellement récupérable dans ce terril.

Pour l'Administration des Mines d'Hasselt, nous avons étudié, sur cinq séries d'échantillons de poussières d'Argex, la possibilité de déterminer à partir de la perte au feu la concentration partielle en Argex séchée et en Argex cuite dans le but de pouvoir mettre en évidence la source des poussières émises par l'usine dans l'environnement.

Publications et documentation

81. *PUBLICATIONS*

811. *Annales des Mines de Belgique*

En 1975, 1250 pages de texte ont été publiées.

Comme chaque année, on retrouve dans les Annales les rubriques ci-après venant de l'Administration des Mines :

— Renseignements statistiques relatifs à la houille, au coke, au brai, aux métaux non ferreux, à la sidérurgie, aux carrières et industries connexes.
— Statistique des accidents survenus dans les mines de houille et autres établissements surveillés par l'Administration des Mines.
— Statistique sommaire de l'exploitation charbonnière, des cokeries, des fabriques d'agglomérés et aperçu du marché des combustibles solides.
— Aspects techniques de l'exploitation charbonnière belge.
— Statistique économique des industries extractives et métallurgiques.
— L'activité des services d'inspection de l'Administration des Mines.

La revue publie les rapports d'activité de divers organismes charbonniers et de nombreux mémoires.

Les textes ci-après, relatifs aux activités de l'INIEX, ont paru dans les Annales :

— Creusement entièrement mécanisé des traçages au moyen de machines à attaque partielle, par H. van Duyse. Janvier.
— Irlande, pays minier, par P. Stassen. Février.
— Compte rendu de la Journée des Carriers organisée par l'INIEX, en décembre 1974. Février et mars.
— Rapport annuel de l'Institut National des Industries Extractives en 1974. Mars.
— Liste des appareils agréés par l'INIEX en 1974.
— Quelques exemples d'utilisation des polymères en relation avec l'industrie des carrières, par C. Michaux.
— Contribution à l'étude cinétique des réactions carbone-oxygène, par W. Fassotte et M. Saussez.
— Utilisation de l'endoscope pour l'examen des trous de sonde, par H. van Duyse.
— Utilisation des brise-roches dans les carrières, par H. van Duyse.
— Le chauffage urbain — Situation actuelle et perspectives d'avenir, par G. Burton.

812. *Divers*

Le compte rendu de la Conférence Internationale « Radio : Routes, Tunnels et Mines » est sorti de presse au printemps 1975. Il comporte quatre volumes :

— un pour la Section « Routes et Tunnels » avec les rapports et discussions dans la langue originale de l'auteur, ainsi que les résumés dans les trois langues ;
— trois volumes, respectivement en français, anglais et allemand, pour la section « Mines ».

Ces volumes sont mis en vente au prix de 500 FB pour chaque fascicule.

Les informations techniques ci-après ont été diffusées :

— Essais sur des anneaux formés de panneaux en béton armé d'un diamètre de 4,20 m, d'une épaisseur de 20 cm et d'une largeur de 64 cm, par H. van Duyse. Mars.
— Métro de Liège. Implantation dans le terrain houiller, par H. van Duyse. Mars :
  — Essai de forabilité d'échantillons de roches au moyen de molettes. Mars.
  — Essais complémentaires effectués sur cinq échantillons de roches prélevés dans les carottes des sondages de reconnaissance.
  — Tronçon Saint-Georges - Coronmeuse. Avril.
— Electromagnetic theory of the leaky coaxial cable, par P. Delogne et M. Safak, Radio and Electronic Engineer. Mai.
— Control of mode conversions on bifilar line in tunnels, par L. Deryck. Radio and Electronic Engineer. Mai.
— Propagation des ondes radio-électriques dans les chantiers souterrains. Rapport final des travaux de recherches réalisés avec l'aide financière de la CCE (CECA) (janvier 1971 - décembre 1973), par R. Liégeois. Juin.
— Creusement mécanisé des traçages au moyen d'une machine à attaque ponctuelle PK 9 au siège Winterslag. Lutte contre l'empoussiérage, par H. van Duyse et B. Préat. Juillet.
— Essais de nouveaux modes de fixation pour la manutention des panneaux en béton armé, par H. van Duyse. Juillet.
— Principe et description des appareils utilisés pour mesurer les déformations du massif influencé par les puits et galeries de reconnaissance du métro de Liège, par P. Stassen et H. van Duyse. Novembre.
— Essais géomécaniques, par P. Stassen et H. van Duyse. Novembre.
— Essais de fendage entre pointes, par H. van Duyse. Décembre.
— Interprétation des premiers essais géomécaniques effectués au puits du Val-Benoît, par P. Stassen et H. van Duyse. Décembre.
— Commentaire des mesures effectuées au puits du Val-Benoît, par H. van Duyse. Décembre.
— Maîtrise des dégagements grisouteux. Rapport de synthèse des travaux de recherche réalisés avec l'aide financière de la CCE (CECA) (janvier 1973-décembre 1974) par J Boxho Décembre

Les exposés ci-après ont été présentés :

— Plädoyer zugunsten der unterirdischen Hochdruckvergasung, par P. Ledent. Kernforschungsanlage Jülich. Mars.
— Les principales sources de la pollution atmosphérique, par W. Duhameau. Institut Gramme, Avril.
— Expérimentation de l'explosibilité des dispersions solides, par P. Browaeys. Journée du « Combustion Institute », Université de Liège. Mai.
— Radio transmission systems recommended by INIEX, par P. Delogne et R. Liégeois. International Electrical, Electronics Conference and Exposition, Toronto, Canada. Septembre.
— Radio underground for profit, par R. Liégeois. 1975 Canadian Mining and Aggregate Equipment Exhibition. Toronto, October.
— De toekomst van de ontginning der Kempense Steenkolenmijnen, par P. Stassen. K. VIV. November.
— Pleidooi voor de ontwikkeling van een nieuw procédé van ondergrondse steenkoolvergassing, par P. Ledent. K. VIV. Novembre.
— Le réseau de mesure des retombées dans le bassin industriel liégeois, par W. Duhameau et R. Noël. Semaine de l'Environnement, Chênée. Octobre.
— Le charbon. Energie nouvelle de demain, par P. Ledent. Amicales des Associations d'Ingénieurs, Charleroi. Novembre.

813. *Documentation par fiches*

Mines

Treize paquets de fiches ont été expédiés.

Carrières

En accord avec la section « Chaux » de l'U.C.C.D., l'INIEX a mis sur pied un nouveau service de documentation. Une quarantaine de revues spécialisées sont dépouillées par un ingénieur qui établit un bref résumé de chaque article, classé suivant l'index alphadécimal.

Un bulletin bibliographique comportant environ 60 résumés est envoyé tous les deux mois aux membres de la section « chaux » de l'U.C.C.D. Quatre bulletins ont paru en 1975, le n° 1 étant daté de mai-juin

Table des matières

DIVISION DE PATURAGES

D/1976/0951/2

Imprimerie Robert LOUIS, s.p.r.l., rue Borrens 35-43, 1050 Bruxelles

:volution de la technique de climatisation lans les creusements conventionnels ›t mécanisés

.V. FECKLER *

1. NECESSITE DE DEVELOPPER LA CLIMATISATION DANS LES CHARBONNAGES

Dans les prochaines années, de grands efforts se- ont nécessaires pour faire progresser la technique de :limatisation souterraine, afin de faire face aux diffi- :ultés croissantes de climatisation, de respecter les imites fixées par la nouvelle législation et d'assurer 'humanisation des postes de travail.

Les problèmes actuels sont d'origines diverses :

— besoin fortement accru de puissance frigorifique en raison de l'augmentation de la chaleur dégagée par les terrains par suite de l'approfondissement,
— accroissement de la production unitaire des chantiers et de la consommation d'électricité,
— difficulté de transporter les frigories sur de longues distances jusqu'aux points d'utilisation.

Une haute puissance spécifique ne s'obtient qu'avec de l'eau à basse température, ce qui en re- :our demande l'isolation des tuyauteries. Un autre problème important est l'évacuation des calories du :ondenseur qui interviendra dans le choix de 'emplacement de la machine frigorifique.

Si aujourd'hui les dispositions techniques pour un efroidissement suffisant de l'air ne sont pas prises, on peut craindre que les charbonnages allemands se rouvent un jour très gênés par les difficultés de climatisation.

Le tableau ci-dessous montre l'évolution des fac- eurs qui influencent le climat :

		1965	1974
Profondeur moyenne d'extraction	m	725	835
Nombre des chantiers d'abatage		856	252
Production unitaire	t nettes/jour	474	1191
Taux de mécanisation	%	75	97
Puissance installée	kW/100 t	95	147
Tailles à foudroyage	%	60	87

Les possibilités d'améliorer le climat par augmentation du débit d'air, modification du circuit d'aérage, meilleur découpage du gisement, limitation de l'arrosage et de la pulvérisation, trouvent rapidement leurs limites.

Cet exposé décrit comment des chantiers à grande profondeur — avant tout des galeries en creusement — où existent les difficultés ci-dessus peuvent être climatisés en modifiant la méthode d'aérage secondaire et en utilisant des machines frigorifiques avec refroidissement de l'eau du condenseur.

2. EVOLUTION DE LA CLIMATISATION EN AERAGE SECONDAIRE

Les premiers essais prometteurs de machines frigorifiques eurent lieu dans des chantiers en aérage secondaire.

L'on parvint dans de nombreux cas, même avec des puissances modestes, à descendre en dessous des 28°C prescrits par la législation allemande, ce qui permit de maintenir une durée de travail de 8 heures.

Pour des sections et des débits d'air assez faibles, une puissance de 50.000 kfrig/heure était suffisante. En raison de l'augmentation des sections et

* Ingénieur diplômé, Ruhrkohle AG, Geldenkirchen

des débits et de l'approfondissement des chantiers, la puissance nécessaire s'accrut.

On emploie aujourd'hui dans les galeries en creusement des machines transportables de 300.000 kfrig/heure, à moteur électrique, qui rafraîchissent 400 à 500 m³/min d'air et peuvent être pour le transport divisées en 4 éléments.

3. ETAT ACTUEL DE LA TECHNIQUE DE CLIMATISATION

Les efforts pour suivre les progrès constants de la technique minière ont abouti aux développements décrits ci-après pour les galeries creusées conventionnellement ou mécaniquement. Ces développements ont dû satisfaire à la demande d'une puissance frigorifique accrue tout en recherchant une plus grande maniabilité bien que les appareils soient plus lourds.

31. Installation des machines frigorifiques en aérage secondaire dans les creusements conventionnels

Le schéma d'installation reproduit à la figure 1 est utilisé pour les creusements de faible longueur, pour les voies creusées en avant des tailles, pour des sections inférieures à 12 m² et pour des profondeurs jusqu'à 800 m.

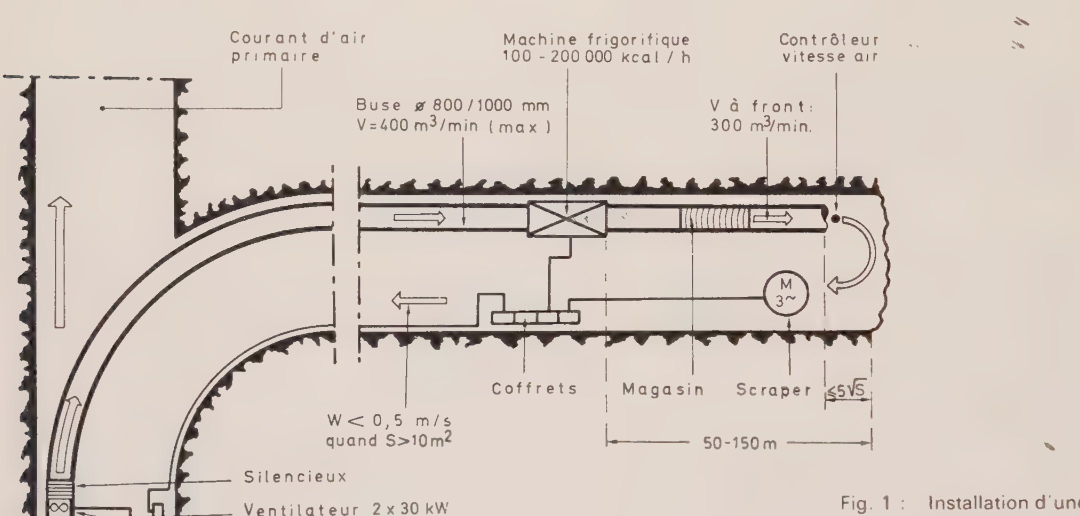


Fig. 1 : Installation d'une machine frigorifique en aérage secondaire soufflant (méthode conventionnelle)

Pour éviter le déplacement coûteux de la machine à de trop courts intervalles et maintenir la sortie des buses à la distance prescrite de 5 $\sqrt{S}$ mètres par rapport au front — S = section m² au creusement — on a mis au point un « magasin à ventubes » qui est employé avec succès dans de nombreux chantiers (voir Glückauf 109/1973/n° 6, page 355).

Pour des profondeurs dépassant 800 m, des températures de terrains de 50 à 60°C, des longueurs d'environ 2000 m, on pratique depuis quelque temps dans les galeries d'environ 20 m² le système dit « ouvert »

La figure 2 montre, dans un aérage secondaire soufflant, la disposition de la colonne auxiliaire soufflante, les distances depuis le front jusqu'à la sortie des buses et la machine frigorifique. Les avantages de ce système sont les suivants

1) maintien de bonnes conditions climatiques à front,
2) observance des vitesses d'aérage prescrites pour l'air qui revient dans la galerie,
3) maintien de l'intervalle constant 5 $\sqrt{S}$ m, en employant un « magasin à ventubes » ou en ravançant le train frigorifique,
4) déplacement simple de l'installation frigorifique à mesure de la progression du chantier,
5) allongement simplifié de la colonne principale de buses.

Des recherches théoriques et pratiques ont déjà montré que cette disposition offre des avantages au point de vue de la climatisation et de l'empoussiérage. Elle ne présente pas d'inconvénients dans les chantiers grisouteux ou donnant beaucoup de fumées de tir, pour autant que les débits de la colonne auxiliaire et de la colonne principale soient maintenus dans le rapport de 1 à 2.

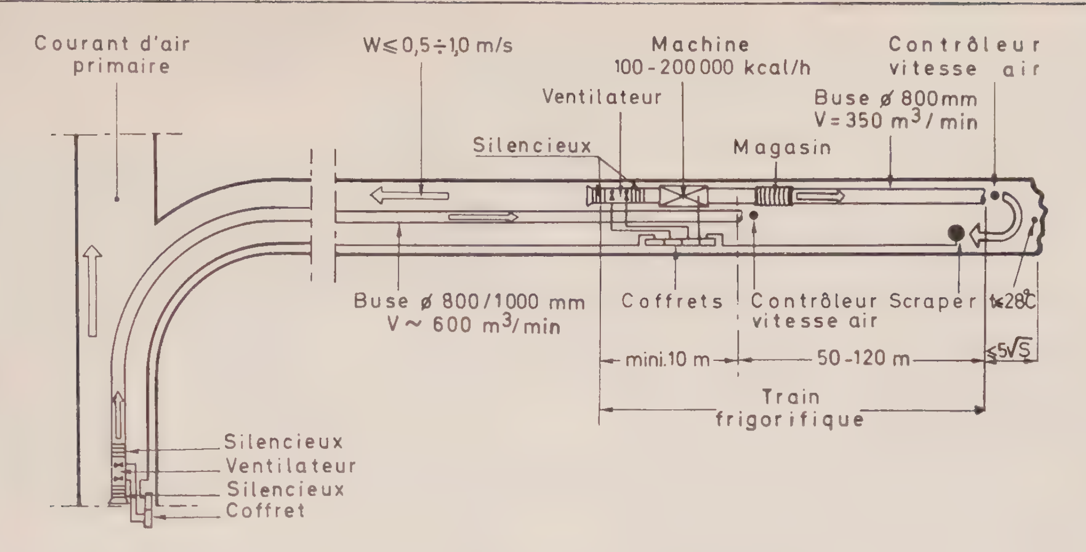


Fig. 2 : Installation de la machine frigorifique dans une colonne auxiliaire, en aérage secondaire soufflant

Avantages du système ouvert :

1) climat satisfaisant dans la zone de travail à front
2) vitesse suffisante de l'air dans la galerie retour
3) ravançage aisé du train frigorifique
4) distance constante $5 \sqrt{S}$ entre sortie ventube et front, grâce au « magasin »

32. Emploi de machines frigorifiques dans les creusements mécanisés

321. *Description et résultats des mesures de climatisation prises lors de l'utilisation d'une machine Wirth à 2 étages au siège Consolidation*

Ce creusement est le seul réalisé jusqu'à présent à une profondeur de 1100 m (voir Glückauf 109/1973/n° 20 et n° 22).

Connaissant les conditions de climat défavorables que créeraient une température des roches de 52° et une puissance électrique installée de 650 kW, on a étudié à l'avance le problème de la climatisation. Un aérage important et l'emploi de machines frigorifiques puissantes étaient nécessaires. Ces machines devaient s'intégrer à l'organisation générale du chantier, de façon à être ravancées en même temps que la machine de creusement, et produire de l'eau froide pour refroidir le circuit hydraulique.

L'exigence du ravançage continu de l'installation frigorifique nécessita un système — magasin spécial pour les ventubes, les câbles électriques et les flexibles. Une étude prévisionnelle du climat — à partir des paramètres définissant l'aérage, les puissances des machines et la géométrie de la galerie — donna d'importantes indications sur les températures prévisibles.

L'installation suivante fut choisie (fig. 3).

Un ventilateur de 2 × 30 kW à hélices opposées et une colonne de buses Φ 1000 mm donnèrent un débit maximal de 550 m³/min. A hauteur du point de chargement, la colonne se ramifiait en 2 colonnes souples Φ 800 mm pour alimenter les machines frigorifiques. La répartition des débits était la suivante :

— 250 m³/min au niveau du dépoussiérage et du transfert de matériel,
— 300 m³/min au niveau de la plate-forme de soutènement, soit immédiatement derrière la tête d'alésage ; de ces 300 m³/min,
— 80 m³/min pour le conducteur dans la galerie-pilote.

Entre la buse de répartition et la colonne fixe se trouvait un magasin à ventubes dont la capacité représentait plus de l'avancement d'une semaine.

L'allongement de la colonne fixe ne s'opérait qu'en ce point, de même pour les flexibles et câbles.

A partir du magasin, toute l'installation d'aérage et les machines frigorifiques étaient suspendues sous 2 monorails et tirées en continu par la machine de creusement, ainsi que tout l'équipement auxiliaire.

Les 2 machines frigorifiques de chacune 150.000 kfrig/heure étaient installées sur des traverses dans la zone du dernier convoyeur à bande. Une machine assurait avec toute sa puissance le refroidissement du débit de 300 m³/min. L'autre refroidissait le débit de 250 m³/min et produisait de l'eau froide destinée au circuit hydraulique.

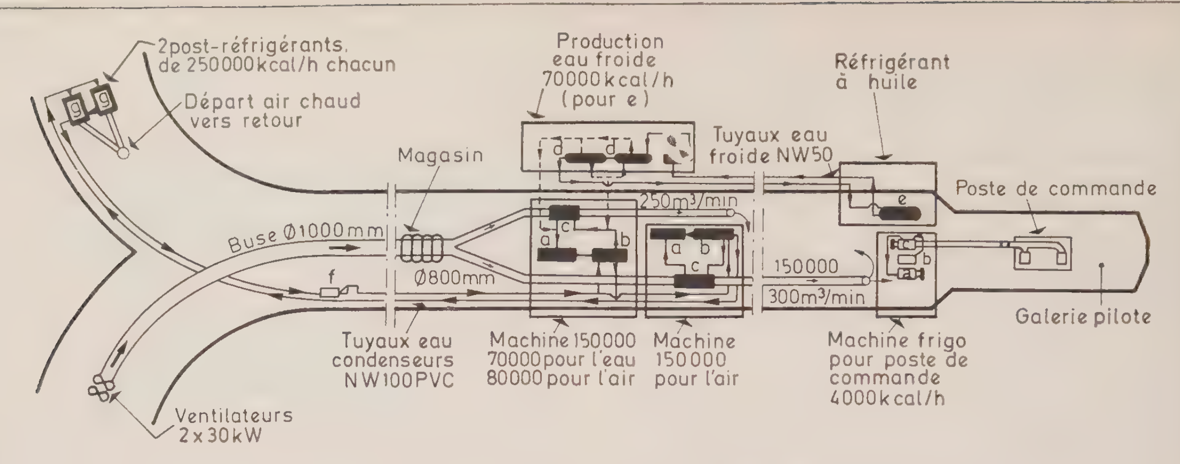


Fig. 3 : Disposition des machines frigorifiques dans le creusement mécanisé, étage 10

a) compresseur-moteur
b) condenseur
c) échangeur fréon-air
d) échangeur fréon-eau
e) réfrigérant à huile
f) pompe
g) post-réfrigérant

En effet, ce circuit comportait un échangeur pour abaisser la température de l'huile minérale utilisée afin de maintenir une viscosité optimale. Un refroidissement par l'eau courante du réseau n'était pas possible en raison de l'échauffement de l'eau dû aux fortes températures ambiantes, surtout après un arrêt assez long.

La figure 4 montre l'évolution des températures sèches et résultantes dans les buses et dans la galerie, avec et sans climatisation.

La chaleur dégagée par les roches en place, le tunnelier et les déblais variait beaucoup suivant la durée et l'intensité du travail de coupe. Les puissances frigorifiques fournies variaient aussi beaucoup en fonction de l'état de l'air aspiré et des frigories cédées au circuit d'eau. L'eau utilisée en quantité variable pour l'arrosage de la tête de coupe influençait fortement la température résultante. Du front jusqu'au point de chargement, une partie de cette eau était cédée au courant d'air. Aussi n'est-il pas étonnant que la température sèche et la teneur en vapeur d'eau dans la

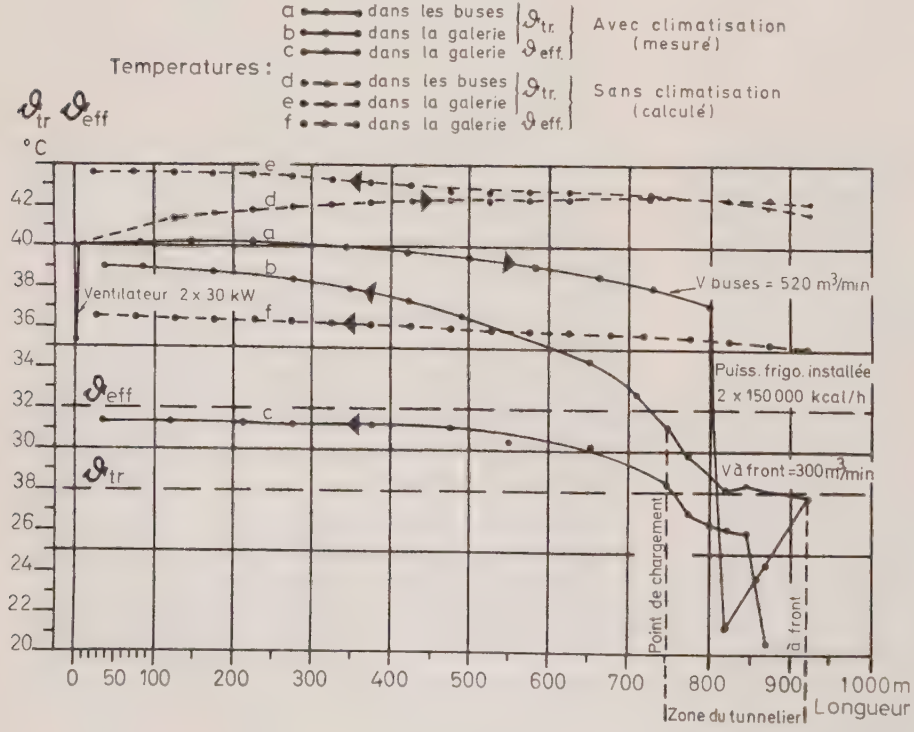


Fig. 4 : Evolution des températures (avec ou sans climatisation) dans un creusement de longueur 900 m

alerie de retour fluctuent respectivement de 36 à 9° C et de 13 à 20 g/kg selon la situation au chan-er.

Les températures résultantes correspondantes sont s suivantes :

- au point de chargement : 30° lors du creusement, 28° à l'arrêt ;
- en arrière, dans la galerie : 31° lors du creusement, 30° à l'arrêt.

Sans augmentation du débit d'air et sans climatiiation complémentaire de la galerie de retour, un épassement de la limite de 32 GK aurait été inévi-able lorsque la longueur de la galerie aurait aug-nenté.

Les courbes « sans climatisation » résultent d'une tude faite à partir de données réelles (températures, lébits d'air, etc...).

Les températures sèches de l'air dans les buses et lans la galerie se situent entre 41 et presque 44° le ong des 900 m de galerie ; la température effective volue de 35° à front jusqu'à 36,5° à l'entrée de la jalerie (courbe f). Pour de telles valeurs, l'emploi du ersonnel n'est plus possible pour des raisons de hysiologie du travail.

Le calcul des températures qui régneraient sans nstallation de climatisation fait ressortir l'importance de cet équipement dont l'étude et la fabrication doivent être très soignées.

Même si la technique de coupe est parfaite, l'organisation impeccable et les terrains bien contrôlés, à des profondeurs supérieures à 1000 m tout avancement rapide échouera sans un aérage puissant et une climatisation appropriée.

322. *Climatisation du poste de commande*

Dans la galerie-pilote Φ 3 m, la climatisation était nécessaire au poste de commande et pour les travaux d'entretien et de réparation.

On installa derrière la tête aléseuse un groupe de 4000 kfrig/heure de construction spéciale, dont le condenseur était refroidi à l'air.

Une colonne souple Φ 400 mm traversant la tête aléseuse amena l'air rafraîchi à un dais placé au-dessus du poste de commande. Des volets réglables permettaient de doser et d'orienter l'air frais.

La figure 5 montre ce petit groupe de 4000 kfrig/heure, largement calculé pour la climatisation du poste de commande.

Dans le reste de la galerie-pilote, l'aérage était insuffisant, notamment en raison du manque de passage au front d'attaque de la tête aléseuse.

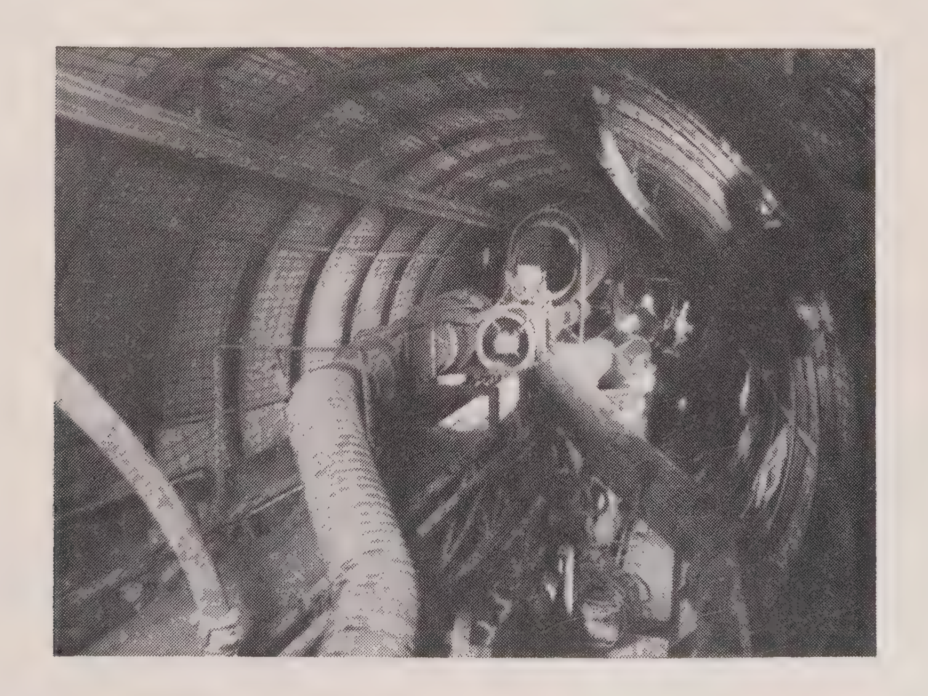


Fig. 5 : Machine frigorifique de 4000 kcal/h pour le poste de commande

33. Considérations théoriques sur la climatisation des creusements mécanisés à grande profondeur

Parce qu'on ne peut dans un creusement mécanisé prévoir exactement les différents facteurs (avancement journalier, puissance électrique consommée, débit d'air), on s'est livré à des études prévisionnelles pour examiner les dispositions optimales d'aérage et de climatisation. Ces prévisions sont nécessaires pour déterminer, dès le stade du planning, si la vitesse prévue pourra être atteinte sans difficultés de climat, si une climatisation est indispensable et quels seront les débits d'air et les puissances.

On a étudié l'influence de la vitesse d'avancement et de la climatisation. La figure 6 indique les données choisies et montre l'évolution des températures sèches et résultantes le long d'une galerie de 1000 m. A environ 550 m de l'entrée, ces températures atteignent les limites de 38°C et 32 et croissent encore vers l'entrée, d'où l'interdiction de travailler dans ce tronçon.

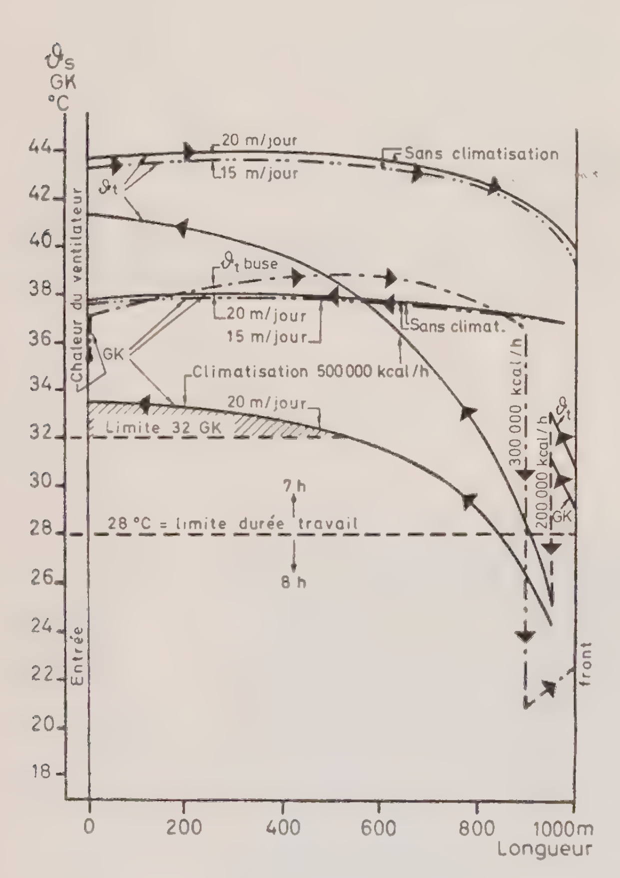


Fig 6 Températures, sèche δt et résultante GK dans un creusement mécanisé
Influence de la vitesse d'avancement et de la climatisation (valeurs calculées)

Données
v = 15 ou 20 m/g
ΔQ = 0 ou 500.000 kcal/h
δ terrain = 52°C
V buses = 700 m³/min
Φ buses = 1000 mm
Z = 1000 m
Sne = 18,2 m²
P_N = 1000 kW

Sans climatisation, les températures sèches et résultantes atteindraient 44°C et 38, valeurs inacceptables ; l'influence de la vitesse d'avancement sur les températures est faible. Cet exemple montre comment réaliser une climatisation efficace dans la zone de travail, notamment par une disposition adéquate des groupes frigorifiques.

Sur la figure 7 est représentée l'évolution des températures sèches et résultantes dans une galerie sans climatisation, en fonction de la vitesse d'avancement ; celle-ci a peu d'influence dans ce domaine des températures élevées.

Par contre, si la puissance installée passe de 500 à 1000 kW, la température résultante augmente sensiblement malgré l'accroissement du débit d'aérage.

Ces valeurs dépassent de loin les limites légales et les possibilités physiologiques de l'homme au travail.

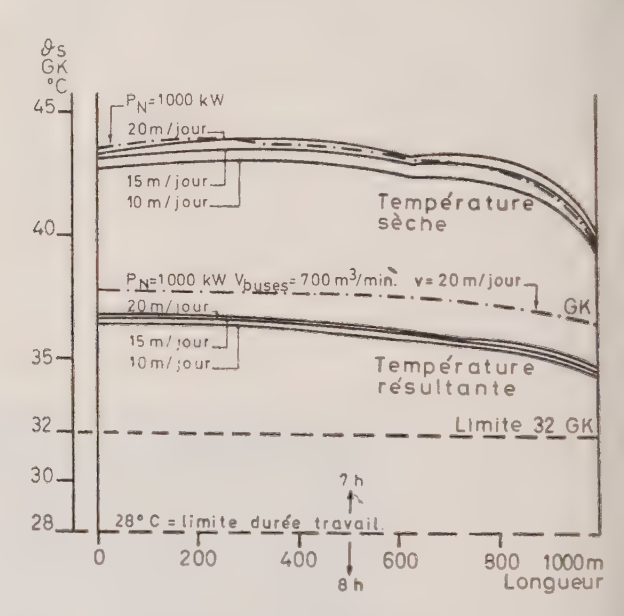


Fig. 7 Températures sèches et résultantes dans un creusement mécanisé non climatisé
Influence de la vitesse d'avancement

Données
P_N = 500 kW
V buses = 520 m³/min
θ terrains = 52°C

4. REFROIDISSEMENT DE L'EAU DU CONDENSEUR

41. Généralités

Par suite de la nécessité d'utiliser davantage des machines frigorifiques, l'évacuation des calories des

condenseurs prend une importance croissante. Il y a 10 ans — et aujourd'hui encore dans les sièges peu profonds — l'eau nécessaire au refroidissement du condenseur était prise au réseau et évacuée dans une tuyauterie ou dans un carnet. Actuellement, lorsque plusieurs machines frigorifiques sont en service, on constate que :

a) le le réseau d'eau est insuffisant,
b) quand il s'agit de préparer un nouvel étage, il n'y a pas d'albraque ou de bassin collecteur disponible,
c) l'eau provenant du condenseur réchauffe et humidifie l'air de la galerie de retour, ce qui est néfaste,
d) le coût de l'eau augmente de façon considérable.

Pour ces raisons, le refroidissement de l'eau du condenseur par post-réfrigérant est de plus en plus utilisé.

42. Systèmes, puissances, installation, coût

L'endroit idéal pour installer au fond un post-réfrigérant est l'accrochage d'un puits de retour d'air. L'exigence d'être à proximité d'un puits de retour découle de la nécessité d'évacuer l'air chargé des calories du condenseur sans le faire passer par d'autres chantiers.

Il existe fondamentalement deux systèmes :

1) le système ouvert, avec réfrigérant atmosphérique situé au jour ou au fond ; ce système a la préférence des mines d'or sud-africaines ;
2) le système fermé, où le post-réfrigérant à blocs échangeurs est relié par tuyauteries au condenseur d'une machine frigorifique ; ce système est très employé dans les houillères d'Allemagne de l'Ouest.

Dans certains cas, lorsque la température de liquéfaction du fréon est élevée et que les conditions d'aérage dans la galerie (débit, température, humidité) permettent un fonctionnement efficace, le post-réfrigérant peut être installé plus près du chantier et, si nécessaire, être ravancé à mesure de la progression du creusement. L'air chaud sortant du réfrigérant part dans la galerie s'il n'y a pas d'inconvénient, ou est évacué dans une colonne indépendante de buses.

Une étude de coût d'une installation de climatisation avec ou sans post-réfrigérant a été faite.

Ses résultats, représentés graphiquement à la figure 8, montrent combien est rentable l'emploi du post-réfrigérant.

Indépendamment du coût propre du réseau d'exhaure principale, la dépense d'eau pour une installation de 2 × 150.000 kfrig/heure est de 540 DM/jour (prix du m³ d'eau en 1972 : 0,75 DM). Avec un post-réfrigérant, cette dépense est limitée à 22 DM/jour, si bien que l'économie globale est de 270 DM/jour malgré l'augmentation des amortissements-machines et de la consommation d'énergie.

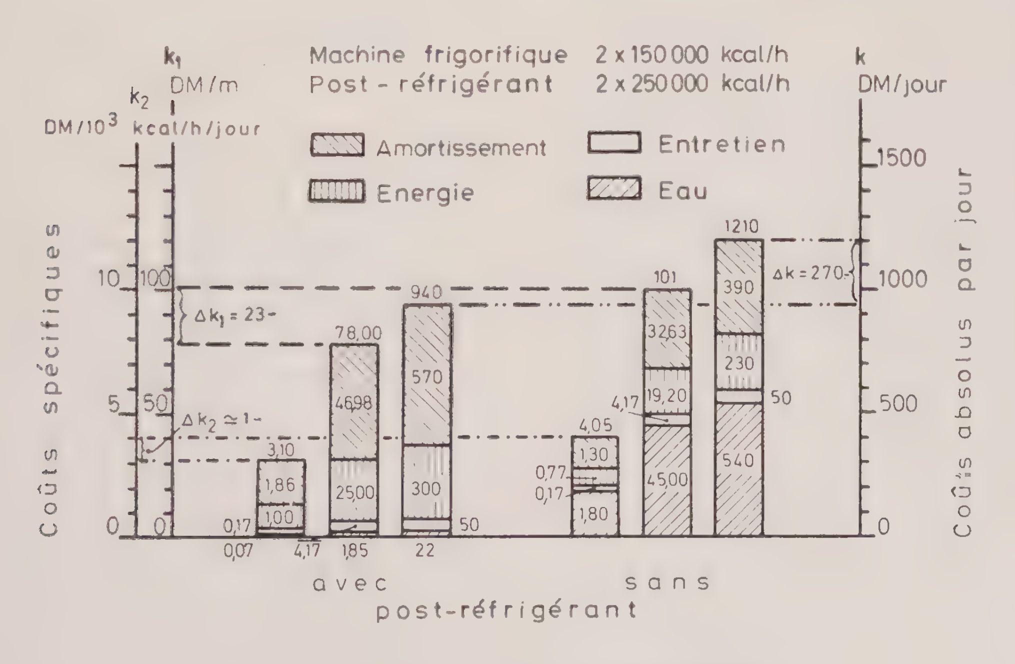


Fig. 8 Coût d'exploitation d'une installation frigorifique avec ou sans post-réfrigérant

5. TUYAUTERIES, ISOLATION

Les problèmes actuels de la climatisation découlent d'un besoin toujours croissant de puissance frigorifique et de la difficulté à transporter les frigories sur de longues distances jusqu'aux lieux d'utilisation. Une puissance spécifique élevée exige une température basse de l'eau, ce qui impose des exigences pour l'isolation des tuyauteries d'eau froide.

Jusqu'à présent, on employait surtout des tuyaux en acier qui, suivant la longueur, la différence de température et le débit d'eau, cédaient 30 à 50 % des frigories produites à l'air ambiant, soit utilement, soit en pure perte. L'objectif d'amener si possible au chantier (galerie ou taille) toutes les frigories produites pose des problèmes d'isolation thermique qui ne sont pas encore parfaitement résolus. L'isolation des tuyauteries d'eau a cependant progressé. Les pressions de service étant relativement faibles, des tuyaux en matière plastique ont été réalisés ; leur emploi est autorisé en mine grisouteuse quand ils répondent à certains critères de fabrication. Un mode d'isolation de prix intéressant est en préparation.

D'autres questions telles que l'isolation des brides, la possibilité de remploi des tuyaux, la résistance aux chocs, les conditions de manutention au fond ainsi que le problème du coût n'ont pas encore, à ce jour, été résolues de façon satisfaisante.

6. RESUME ET APERÇU SUR LES DEVELOPPEMENTS FUTURS

Depuis 15 ans, les exploitants, les constructeurs et les instituts de recherche ont accompli des efforts considérables pour faire progresser la technique de climatisation souterraine et améliorer les conditions ergonomiques des postes de travail. On peut affirmer que, comme suite à la modification des procédés et à l'adaptation des puissances frigorifiques aux conditions d'exploitation, le poste de travail dans une galerie en creusement peut être climatisé de façon suffisante et stable et, par suite, peut être valablement organisé

Des méthodes poussées de calcul utilisant de données réelles apportent une aide importante lors d la détermination des puissances frigorifiques.

Le domaine des petites installations frigorifique est déjà abordé, mais nécessitera de nombreuse réflexions et modifications de construction pou prendre dans la technique de climatisation un ran non négligeable.

Il est prévu, par exemple, de climatiser des poste de commande ou des points de transfert au moyen d machines transportables de 5000 à 10000 kfrig/ avec condenseur refroidi à l'air. Il est aussi projeté d climatiser des trains de personnel et des cabines su machines d'abatage ou de creusement. Enfin, il es envisagé pour le personnel travaillant dans certaine galeries de retour de créer des zones de régénératio alimentées en air rafraîchi et relativement sec.

En ce qui concerne les post-réfrigérants, il ne fau pas attendre, dans les prochaines années, d'amé liorations capitales concernant le principe du système ou le mode de fonctionnement. Il conviendra, lors du projet d'exploitation, d'accorder une grande impor tance au choix de l'emplacement du post-réfrigérant. Son installation exigera parfois des travaux miniers supplémentaires, mais ceux-ci seront rapidement amortis grâce à la réduction considérable des frais d'exploitation.

Dans le cas d'un post-réfrigérant d'un million de kcal/h ou plus, les problèmes de l'emplacement, de l'existence d'un débit d'air approprié et du mode de construction sont primordiaux.

Dans le bassin de la Ruhr, les intentions de réaliser des installations frigorifiques très puissantes se sont récemment concrétisées dans deux cas :

- dans le premier, on construit en surface une installation de 3 millions de kfrig/h utilisant de la saumure ;
- dans le second, on prévoit au fond une installation de 1,5 million de kfrig/h (1ère tranche), avec condenseur refroidi par de l'air qui ira directement au puits de retour.

L'isolation thermique des tuyaux n'est pas encore résolue. Il faudra encore effectuer beaucoup de recherches et imaginer de nouveaux équipements pour qu'un jour les frigories rationnellement produites parviennent économiquement au chantier.

Sélection des fiches d'INIEX

INIEX publie régulièrement des fiches de documentation classées, relatives à l'industrie charbonnière et qui sont adressées notamment aux charbonnages belges. Une sélection de ces fiches paraît dans chaque livraison des Annales des Mines de Belgique.

Cette double parution répond à deux objectifs distincts :

a) *Constituer une documentation de fiches classées par objet*, à consulter uniquement lors d'une recherche déterminée. Il importe que les fiches proprement dites ne circulent pas ; elles risqueraient de s'égarer, de se souiller et de n'être plus disponibles en cas de besoin. Il convient de les conserver dans un meuble ad hoc et de ne pas les diffuser.

b) *Apporter régulièrement des informations groupées par objet*, donnant des vues sur toutes les nouveautés.

C'est à cet objectif que répond la sélection publiée dans chaque livraison.

A. GEOLOGIE — GISEMENTS PROSPECTION — SONDAGES

IND. **A 41** Fiche n. **63.973**

A. MARECHAL. Géostatique et applications minières. — **Annales des Mines (de France),** 1975, novembre, p. 27/38, 7 fig.

L'objectif de cet article est de montrer comment la géostatique est devenue un outil de décision dans l'industrie minière, au stade de la reconnaissance, de l'estimation et de l'exploitation des gisements miniers. La théorie des fonctions aléatoires a permis de résoudre de manière scientifique le problème de l'estimation des gisements. Dans une première partie, les problèmes types rencontrés dans les différentes étapes d'élaboration d'un projet minier : estimation globale des réserves et précision de l'estimation, dimensionnement optimal de la reconnaissance, estimation locale, détermination des courbes tonnages/teneur, la simulation des variables minières. La 2e partie traite des concepts théoriques : variables régionalisées, variogramme, variance de dispersion. La 3e partie traite des problèmes types et leur solution géostatique.

Biblio. : 8 réf.

B. ACCES AU GISEMENT METHODES D'EXPLOITATION

IND. **B 116** Fiche n. **64.091**

J. GIOVACHINI. Foration de trous d'aérage de gros diamètre dans les mines de fer de Lorraine. — **Industrie Minérale. Mines,** 1975, n° 4, p. 383/390, 14 fig., 1 tabl.

L'exigence d'une intensification poussée de l'aérage dans les mines de fer de Lorraine, causée par le développement de machines puissantes et de l'usage du nitrate-fuel, a conduit à utiliser un moyen non classique : la création de larges cheminées entre la surface et une galerie au fond, capables d'assurer des débits de 50 à 100 m^3/s, avec un diamètre d'au moins 2,40 m. La réalisation a pu se faire grâce à une machine américaine de la firme « Dresser ». Le creusement s'effectue ainsi : un avant-trou (pilote) est foré verticalement de haut en bas au diamètre 310 mm. L'évacuation des déblais se fait par l'air comprimé ou l'eau, ce qui est préférable. L'*outil pilote*, tricone classique, est alors remplacé par l'*aléseur*. Celui-ci comporte 2 parties, l'une sur l'autre, qui alèsent à 2 diamètres différents en progressant de bas en haut, les déblais étant recueillis par gravité en bas par

une chargeuse. La vitesse moyenne de foration du trou-pilote a été de 5 m/h. A l'alésage, la vitesse d'avancement a été de 2,40 m/h au diamètre définitif de 2,44 m et de 1 m/h au diamètre de 3,60 m. La machine a une puissance de 225 cv ; la pression maximum sur l'appareil pilote est de 170 t et la traction maximum sur l'aléseur 272 t. Le personnel nécessaire à la marche comprend 2 hommes dont l'un commande la marche d'un pupitre. A ce jour, 12 trous ont été forés, soit 438 m au diamètre de 2,40 m et 630 m au diamètre de 3,60 m. Le forage à 3,60 m n'étant guère plus coûteux qu'à 2,44 m et les cheminées n'ayant qu'une résistance égale au 1/7 de celles de 2,44 m, il y a gros intérêt à pratiquer les trous larges pour l'économie de l'énergie de ventilation.

Résumé de la Revue.

IND. **B 31** Fiche n. **64.041**

X. Le tunnel autoroutier de Cimiez à Nice. — **Chantiers de France,** 1975, mai, p. 25/36, 20 fig.

Le tunnel de Cimiez est le principal ouvrage du tronçon Est de l'autoroute urbaine Sud de Nice. Caractéristiques dimensionnelles : longueur totale 477 m, orientation Est-Ouest, pente 1,1 % vers l'Est, anneau en béton de forme quasi circulaire pour la partie supérieure et elliptique pour la partie inférieure, section excavée 200 m^2, section libre 145 m^2. Environnement géologique et urbain. Techniques mises en œuvre : pas d'explosif, pas de travail de nuit, emploi d'engins sur pneus, chantiers à l'Est et à l'Ouest, matériel classique, plusieurs techniques de creusement suite à la diversité des terrains rencontrés (le tracé du tunnel a été divisé en 5 zones). Principes de creusement des différentes zones. Nomenclature du matériel employé : Miner Alpine, machine à attaque ponctuelle Demag, ventilateurs, chargeuses, etc...

IND. **B 35** Fiche n. **64.052**

X. Les rabaissages mécanisés dans l'unité de production charbon de Lens. — **Charbonnages de France. Publications Techniques,** 1975, n° 4 — **Charbonnages de France. Note Technique,** 1975, juin, n° 1, 10 p., 1 fig., 4 tabl.

Le parc actuel des rebancheuses est de 11 machines Hausherr et de 2 Salzgitter dont presque tous les mouvements sont hydrauliques. Les Salzgitter, vu leur poids et leur encombrement, ne sont utilisées qu'en bowette et pour des rabaissages faciles. Les Hausherr conviennent partout. Aménagement correct du chantier si l'on veut éviter que les tuyaux, les câbles, etc... ne gênent le déversement du godet sur le convoyeur. Déblocage : berlines, convoyeurs blindés (avec rehausses) ou convoyeurs à bande. Le rendement est de 6 à 7 m^3 (en place)/Hp contre 1,75 m^3/Hp à la main. Un homme sur rebancheuse faisait gagner 2,5 rabaisseurs en 1973 et 3,35 en 1974. Amortissement en 2 ans (machine et entretien). Ces machines permettent d'améliorer notablement les conditions de travail. En annexe, fiches techniques des rebancheuses Salzgitter et Hausherr.

IND. **B 4110** Fiche n. **64.148**

F.K. BASSIER et H. TEKATHEN. Hochleistungsstreb 1974 - Standardbetriebsausrüstung der 80er Jahre. *Taille à haute performance 1974 - Equipement standard des années 1980.* — **Glückauf,** 1975, 21 août, p. 751/758, 11 fig., 3 tabl.

Très intéressante étude sur l'exploitation de la mine Walsum qui, depuis 1974, est équipée à 100 % de soutènement marchant, le soutènement bouclier intervenant pour 52 %. L'abattage est effectué avec des abatteuses-chargeuses Eickhoff de la série 170 kW à un et 2 tambours ainsi que par 2 machines EDW 300 L. La production journalière en moyenne annuelle des tailles est de plus de 1000 t avec des pointes de moyenne mensuelle à 4000 t/jour. On utilise des transporteurs EKF 4 (à une chaîne centrale) d'Halbach et Braun, depuis 1974, et le soutènement marchant 280 HSL de H. Hemscheidt. L'étude des goulots d'étranglement et des temps de marche a conduit à des modifications des constructions qui ont donné des résultats remarquables : avec une marche à 3 postes, on est parvenu à des productions de 5.000 t/jour durant un mois. Perspectives pour l'avenir.

Biblio. : 5 réf.

Résumé Cerchar Paris.

IND. **B 4110** Fiche n. **64.160**

W. KNISSEL, G. LANGE et Coll. Entwicklungsschwerpunkte beim Abbau geringmächtiger Flöze. *Etudes prioritaires relatives à l'exploitation des couches minces.* — **Glückauf,** 1975, 18 septembre, p. 853/859, 6 fig., 1 tabl.

La prise des couches minces est tombée de 30 % au début de l'exploitation des mines de charbon allemandes à 15 % aujourd'hui et devrait remonter à 20 % à l'avenir. Rappel historique des divers engins d'abattage utilisés en couches minces (haveuses à chaîne, à barre, à tambour, rabot), des transporteurs en taille, des méthodes employées pour le contrôle du toit. Pour 1974, la production journalière en couches minces (1080 t/jour) n'est guère inférieure à celle des tailles en couche d'ouverture moyenne de 1,30 m (1.150 t/jour) avec des rendements comparables de

4,6 et 14,7 t/Hp. Les performances de pointe sont également comparables. L'objectif est d'augmenter encore cette production journalière par augmentation de la vitesse d'avancement de la longueur de taille et de la durée de marche effective des installations. Tableau donnant les variations du prix de revient en fonction de la longueur de relevée et de l'équipement en taille pour une couche de 60 cm d'ouverture.

Biblio. : 29 réf.

Résumé Cerchar Paris.

IND. **B 413** Fiche n. **63.991**

G. SOUBROUILLARD. L'évolution technique du fond dans les Mines de Potasse d'Alsace. — **Annales des Mines (France),** 1975, mai, p. 49/62, 16 fig.

L'article fait le point de l'évolution technique du fond aux Mines de Potasse d'Alsace au cours de la dernière décennie et des perspectives d'avenir qui s'offrent à moyen terme pour l'amélioration de leur productivité. Il décrit tout d'abord la manière dont se sont opérées la concentration et la restructuration des sièges d'extraction et les résultats qui en ont découlé. Il analyse ensuite comment se sont transformées les méthodes d'exploitation et montre comment, en quelques années, les idées des exploitants ont évolué en la matière. A partir des résultats actuels, les perspectives d'avenir sont ensuite évoquées. Sans entrer dans le domaine du rêve et de ce que sera la mine en 1990, l'article fait le point des essais qui sont programmés et des réalisations qui doivent voir le jour d'ici 1980.

Résumé de la revue.

IND. **B 414** Fiche n. **64.149**

H. SIEBERT. Betriebserfahrungen mit Schildausbau beim bankweisen Abbau eines mächtigen Flözes. *Expérience acquise avec un soutènement bouclier dans l'exploitation par tranches d'une couche puissante.* — **Glückauf,** 1975, 21 août, p. 758/764, 6 fig., 3 tabl.

Après un rappel de la méthode d'exploitation pratiquée à la mine Sachsen par le passé pour la prise de la couche Wilhelm-Johann d'une ouverture pouvant atteindre 6 m (exploitation en 2 tranches avec remblayage pneumatique) dont la mécanisation était difficile, on indique dans quelles conditions on est passé à l'exploitation combinant un soutènement bouclier, un transporteur à raclettes à chaîne centrale et une abatteuse-chargeuse à tambour, dans la tranche inférieure en passant sous le remblayage pneumatique de la tranche de toit et ensuite dans la tranche supérieure. Détails sur la façon dont ont été résolus les problèmes posés par l'abattage, la desserte et le soutènement. Les améliorations apportées ont permis de faire passer la production de 850 t à 2.300 t/jour, le rendement en taille de 11 à 23 t/Hp et le prix de revient taille de 19 DM à 14 DM.

Résumé Cerchar Paris.

IND. **B 423** Fiche n. **63.993**

PERROTTE et QUINQUET. Introduction du trackless aux Mines de Soumont. — **Annales des Mines (France),** 1975, mai, p. 75/80, 7 fig., 1 tabl.

Les Mines de Soumont (Calvados) exploitent, depuis plus de 50 ans, une couche de minerai de fer carbonaté de 3 m à 6 m de puissance et de 28° à 60° de pendage. Dans la plus grande partie du gisement, où la pente est inférieure à 35°, on exploite le minerai par chambres montantes avec piliers abandonnés. La foration se fait sur poussoirs pneumatiques et le chargement par raclage. Depuis 1974, un premier quartier mécanisé a été mis en route avec jumbos et chargeuses-transporteuses. Des traçages, espacés de 11 m selon la pente, sont creusés horizontalement et le passage d'un niveau à un autre se fait par des rampes de 20 à 25 % de pente creusées au minerai. Les piliers seront recoupés par des chambres montantes très courtes dans lesquelles l'abattage pourra être mécanisé pour la plus grande partie. Les premiers résultats sont encourageants et un deuxième quartier est actuellement mis en route.

Résumé de la Revue.

C. ABATTAGE ET CHARGEMENT

IND. **C 2214** Fiche n. **64.062**

N.A. CREET et W.J. TAYLOR. Big hole blasthole drilling at the International Nickel Company of Canada, Ontario Division. *Foration de grands trous de mine à l'International Nickel Company of Canada, division Ontario.* — **C.I.M. Bulletin,** 1975, juillet, p. 71/78, 15 fig., 4 tabl.

Développement de la foration de trous de mine de 150 mm de diamètre et de 60 m de longueur maximum avec un équipement rotatif et percutant du type « au fond du trou » (in-the-hole) et des outils de forage au carbure de tungstène. Caractéristiques principales du marteau : diamètre 125 mm, longueur 1,20 m, poids 80 kg, 600 coups par minute, 15 à 20 tours par minute. Exemples de schéma de forage. Entretien du matériel. Prix de revient du forage : par t, par unité de longueur forée. Avantages pour l'environnement. Perspectives futures.

IND. **C 230** Fiche n. **64.028**

N. RASCHEEFF et P. GOEMANS. Etude de la fragmentation des roches au moyen d'explosifs. — **Explosifs,** 1974, octobre-1975, mars, p. 103/115, 15 fig., 2 tabl.

Lors de l'explosion d'une charge explosive, l'impulsion de compression radiale engendre, dans la direction tangentielle, une composante de traction déclenchant ainsi la fissuration radiale. En général, l'extension de cette fissuration dépend surtout de l'action de l'impulsion réfléchie sur les surfaces libres. Les résultats expérimentaux ont démontré que le rôle prépondérant de l'impulsion réfléchie consiste en une extension des fissures radiales dans certaines directions privilégiées. Les fissures dans un matériau polycristallin se forment en 3 phases successives : phase submicroscopique, phase microscopique et phase macroscopique. Les essais décrits ont été réalisés sur modèles réduits de roche calcaire et de béton. Ils ont permis d'acquérir des notions supplémentaires sur le mécanisme de la fragmentation des roches (conditions statiques des gaz, transformation de l'énergie statique en énergie cinétique).

IND. **C 231** Fiche n. **63.978**

H. JANKOWIAK et H. VON DEPKA. Expériences recueillies au cours des tirs au rocher lors du creusement des galeries de charbonnages, à l'aide de cartouches de grand diamètre et lors du tir ménagé à l'aide de cordeau détonant de 40 g/m — **Explosifs,** 1974, avril-septembre, p. 56/66, 16 fig., 1 tabl.

Dans le cadre d'un programme de recherches poursuivi par la société Ruhrkohle, sur les possibilités d'utiliser des cartouches de grand diamètre pour les travaux de creusement au rocher, des essais ont été faits dans 2 galeries des charbonnages de Haus Aden et Grimberg 3/4 réunis. En profitant de cette occasion, on a mis à l'essai, en même temps, 2 types de cordeau détonant, le « Supercord 40 » de la société Dynamit Nobel et le « Multicord 40 » de la Wasagchemie, remplis d'une charge de nitropenta de 40 g/m pour le tir à parois lisses. Dans le champ d'exploitation Haus Aden, il fallait creuser un travers-bancs parallèlement à la galerie au rocher, à une distance de 6 m, ce qui permit de comparer les résultats du tir dans les 2 chantiers, les conditions géologiques et la section transversale étant les mêmes. La communication est complétée par une série de diagrammes qui montrent les schémas de forage et de tir des volées et un tableau des données techniques y relatives.

Biblio. : 3 réf.

Résumé de la Revue

IND. **C 241** Fiche n. **64.094**

L. KLEIBER. La mécanisation du purgeage. — **Industrie Minérale. Mines,** 1975, n° 4, p. 406/416, 9 fig., 6 tabl.

Le purgeage du front et des parements des galeries est effectué après chaque tir. D'abord purement manuel, ce travail a pu être mécanisé grâce à des machines sur chenilles puis sur pneus, imitant le plus possible le travail manuel. L'outil, placé au bout d'un bras, a la forme d'un crochet ou d'un burin entraîné par un vérin qui lui assure un débattement vertical. La machine, elle-même, est un jumbo ou une pelle. Les diverses pelles des travaux publics, dont le gabarit est adaptable aux dimensions des galeries à purger, sont facilement transformables en machines à purger. L'opération se fait en 3 phases : reconnaissance, purgeage et contrôle final. La dernière seule comporte 2 personnes. Au cours du purgeage, la 2e personne serait exposée à des projections de blocs. Le purgeage doit s'effectuer en allant d'une zone saine vers une zone à assainir, de haut en bas. Le choix de la machine doit se faire en fonction de 4 critères : efficacité du purgeage, conduite, entretien et prix. L'efficacité est variable selon qu'on opère au front, au toit ou sur les parements, et très variable d'une machine à l'autre. Pour la conduite, il faut considérer le gabarit et l'aptitude de la machine à grimper sur le tas de minerai (avantage de la chenille sur le pneu). Pour l'entretien, il faut considérer la complexité de la machine et l'accessibilité des pièces de rechange, dont le prix est à mettre en ligne de compte à côté du prix d'achat de la machine. Les résultats de la pratique du purgeage mécanisé sont doubles : 1) un accroissement considérable de la sécurité, les accidents paraissant réduits de moitié, 2) une augmentation de la productivité. Dans un quartier produisant 800-1000 t/poste, la machine peut gagner de 4 à 8 h d'ouvriers par poste. A Hayange, avec travail à 3 postes, le calcul conclut à un gain annuel de 138.600 FF. Il faut souligner aussi que la machine réduit considérablement la fatigue du personnel.

Résumé de la Revue.

IND. **C 32** Fiche n. **64.044**

X. Amélioration des creusements au rocher avec utilisation de l'auto-pelle Atlas-Copco Cavo aux Houillères du Dauphiné. — **Charbonnages de France. Publications Techniques,** 1975, n° 3. — **Charbonnages de France. Note Technique,** 1974, décembre, n° 2, 8 p., 7 fig., 4 tabl.

Rappel des méthodes de soutirage pratiquées dans le gisement du Dauphiné et de l'importance du creusement des galeries au rocher (15 à 16 m par 1000 t, soutirage au mur de la couche). Description

de la méthode de creusement (entre 4 et 6 m du mur de la couche) avec l'auto-pelle Atlas-Copco Cavo 310 (avec surpresseur). C'est une pelleteuse à air comprimé, sur pneus, benne de 1 m^3, godet de 125 litres. La traction est assurée par 2 moteurs de 2 × 10 cv ; les 4 roues sont motrices. Puissance du moteur de relevage 12 cv. Dimensions : longueur 2,92 m, largeur 1,77 m, hauteur 1,45 m. Temps de chargement de la benne 2 min et déchargement 20 s. Débit théorique de 14 m^3/h à 50 m et 10 m^3/h à 100 m. Démontage facile, la pièce la plus lourde pèse 520 kg. L'équipe comprend 2 foreurs et 1 chargeur. De janvier à octobre 1973, 1191 m ont été creusés avec un rendement de 69 cm/Hp. Prix de revient du m : 419 FF contre 593 FF par scrapage. Rentabilité : sur une marche à 2 postes (4,3 m/jour) le gain annuel par rapport au scrapage est de 177.000 FF et la rentabilité de l'investissement est assurée en 11 mois

IND. **C 4215** Fiche n. **64.046**

F. PECHALAT. Influence de l'usure des pics sur la puissance consommée par un tambour de haveuse. — **Charbonnages de France. Publications Techniques,** 1975, n° 3, p. 109/116, 8 fig.

Parmi les nombreux paramètres étudiés au Cerchar sur un banc d'essai, on considère l'usure des pics et en particulier son influence sur la puissance consommée. Conditions des essais (le massif à abattre est matérialisé par des blocs de béton de dureté variable et mesurable). Comparaison d'un équipage de 64 pics neufs à celui de 64 pics usés. Résultats des essais (le couple, l'effort de traction nécessaire pour haler les blocs de béton). Mesures fines sur les forces de coupe et de refoulement ; conclusions pratiques.

Résumé de la Revue.

IND. **C 4215** Fiche n. **64.161**

G. SCHOLZ et R. SANDER. Kritische Bewertung von Vorschubeinrichtungen für Walzenschrämlader. *Analyse critique des installations permettant la progression des abatteuses-chargeuses.* — **Glückauf,** 1975, 18 septembre, p. 859/863, 8 fig.

Le dispositif d'avancement des abatteuses-chargeuses à l'aide d'une chaîne à maillons en acier rond provoque le mouvement par à-coup de l'engin, appelé aussi « effet Stick-Slip », qui ne peut être totalement éliminé par frottement. Ces saccades sont nuisibles pour les engins moteurs, les organes de transmission et les pics de havage et représentent également un danger. Les essais effectués avec des dispositifs conçus à l'étranger, comme le « Rackatrack », le « Track reactive haulage », les mains pinçantes ont montré que ces inconvénients pouvaient être évités et que des dispositifs de ce genre devraient être mis au point, de conception aussi simple que possible et n'entravant pas le déroulement des opérations en taille.

Biblio. : 8 réf.

Résumé Cerchar Paris.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAIN — SOUTENEMENT

IND. **D 123** Fiche n. **63.977**

O.R. BERGMANN, J.W. RIGGLE et Coll. Sautage des roches en modèle réduit - Effets des caractéristiques des explosifs et d'autres facteurs sur les résultats du sautage. — **Explosifs,** 1974, avril-septembre, p. 67/91, 20 fig., 6 tabl.

Les résultats d'expériences avec instrumentation portant sur le sautage en modèle réduit dans du granit et du calcaire homogènes ont démontré que la fragmentation de la roche ne dépend pas d'une seule propriété de la charge explosive, mais bien d'une combinaison de plusieurs facteurs. Des équations empiriques de la fragmentation ont été établies pour le granit, le calcaire et le grès. Ces relations ont conduit à établir une formule permettant d'estimer les qualités de divers explosifs du point de vue de la fragmentation. Les résultats ont également indiqué que la pression induite dans des fourneaux témoins pouvait être en rapport avec la fragmentation provoquée par des explosifs à base de PETN, pour autant que des corrections adéquates soient apportées aux valeurs des pressions mesurées.

Biblio. : 20 réf.

Résumé de la Revue.

IND. **D 2223** Fiche n. **63.964**

S.P. BANNERJEE et M. H. MAUNG. Convergence studies in a hydraulically stowed multi-lift longwall panel. *Etudes de convergence dans un panneau exploité par longues tailles multi-tranches et remblayées hydrauliquement.* — **Colliery Guardian,** 1975, novembre, p. 474/476, 5 fig.

Une méthode de remblayage hydraulique de longues tailles a été utilisée avec succès dans une veine épaisse (8 m), prise en plusieurs tranches, dans le bassin minier de Sharia (Inde). Des mesures de contrôle de toit ont été exécutées durant l'extraction simultanée des tranches médianes et supérieures par longues tailles chassantes à 2 ailes ; la tranche inférieure ayant déjà été extraite et remblayée. La réduction de section a été étudiée dans la voie centrale,

dans les 2 voies d'amenée du matériel et dans la voie dans la tranche inférieure. La voie centrale a souffert du maximum de réduction de section et le taux de réduction n'a pas diminué avec l'avance des tailles. Des analyses de ces données ont été faites pour trouver l'effet de l'avance et de l'arrêt des tailles sur les réductions de sections des voies. Des mesures de coulissement d'étançons dans une des tailles ont montré que le maximum de convergence, dans le cas du remblayage hydraulique, est inférieur à 2 % de la hauteur du charbon extrait et montre ainsi l'efficacité du remblayage. Cette méthode de remblayage hydraulique peut être adoptée pour l'exploitation de veines épaisses prises en plusieurs tranches.

IND. **D 47** Fiche n. **64.156**

H. HERWIG. Vergleichsuntersuchungen über die Hangendbeherrschung bei herkömmlichem Strebausbau und bei Schildausbau. *Recherches comparatives sur le contrôle du toit dans le cas du soutènement marchant classique et du soutènement bouclier.* — **Glückauf,** 1975, 4 septembre, p. 803/808, 8 fig., 3 tabl.

Des observations statistiques effectuées dans 10 tailles équipées partiellement en soutènement marchant classique et en soutènement bouclier ont permis d'établir que les éboulements, comme pour tous les autres types de soutènement, dépendent pour l'essentiel de la distance du bord des chapeaux au front de taille. La tendance du toit à s'ébouler ne semble pas dépendre de la pression d'application du soutènement. La hauteur d'éboulement peut être plus grande avec le soutènement bouclier ; le type du soutènement n'influe pas sur la hauteur des marches dans le toit, mais influe par contre sur le talutage du front de taille. Ces résultats sont confirmés par des statistiques portant sur 170 tailles dont 30 à soutènement bouclier et 59 à soutènement marchant classique. L'avantage présenté par le soutènement bouclier de pouvoir réduire la distance entre chapeaux et front n'est pas toujours mis à profit.

Biblio. : 6 réf.

Résumé Cerchar Paris

IND. **D 53** Fiche n. **64.153**

K.H. VOSS. Die Anpassung des Blasversatzes an den vollmechanischen Strebbau. *L'adaptation du remblayage pneumatique à l'exploitation en taille mécanisée.* — **Glückauf,** 1975, 21 août, p. 780/781, 3 fig.

Le système classique de remblayage pneumatique a dû être adapté aux conditions d'exploitation des tailles à grosse production avec soutènement marchant. Description des nouveaux dispositifs mis au point par la firme Karl Brieden pour une tuyauterie de 225 mm de diamètre avec organes de déversement latéral, manœuvrés hydrauliquement et entièrement mécanisés, suspension, hydrauliquement réglable en hauteur, fixée au soutènement marchant et ripable avec lui, et possibilités d'arrosage automatique pour supprimer les poussières.

Résumé Cerchar Paris.

IND. **D 54** Fiche n. **64.045**

R. ADAM. Le « remblai pompé » et ses possibilités pour la réalisation des appuis le long des voies. — **Charbonnages de France. Publications Techniques,** 1975, n° 3, p. 97/108, 4 fig.

Introduction : possibilités du remblai pompé, principalement pour la réalisation des appuis le long des voies ; diverses solutions acceptables suivant les conditions de mur et de toit : le « remblai pompé » convient aux épontes tendres pour lesquelles les méthodes classiques donnent peu de satisfaction. Description de l'installation-type pour la mise en place du remblai constitué par un béton de charbon (fines mouillées + lait de ciment à prise rapide + bentonite). Contraintes d'exploitation et caractéristiques. Décoffrage : une heure après la mise en place ; remblai très compressible absorbant, sans déformation latérale, des convergences de l'ordre de 10 cm (applications diverses). Aspect économique. Conclusions : nette amélioration à la tenue des voies ; avantages par rapport à l'anhydrite. En annexe, rapports sur trois visites de charbonnages.

Résumé de la Revue.

IND. **D 68** Fiche n. **64.053**

R. COUGOUILLE et M. LAURENT. Les équipements - déséquipements. — **Charbonnages de France. Publications Techniques,** 1975, n° 4, p. 133/168, 18 fig., 1 tabl.

Définition des limites et du contenu du thème à traiter par la Commission « Equipements et Déséquipements ». Problèmes techniques : transports et manutentions, assemblages ou démontages, révision du matériel. Adaptation du matériel aux problèmes spécifiques des équipements et déséquipements. Organisation des travaux (influence sur le découpage du gisement). Préparations diverses en vue du déséquipement. Planification. Tendances des différents bassins. Résultats chiffrés. Suggestions. 3 annexes.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS

IND. **E 252** Fiche n. **64.092**

R. DENIAU. L'emploi des moteurs Diesel au fond des mines de fer lorraines. — **Industrie Minérale. Mines,** 1975, n° 4, p. 391/398, 14 fig., 3 tabl.

Dans les mines de fer lorraines, le remplacement progressif des engins de chargement et de desserte électriques par des Diesel de grande capacité a permis un accroissement important de la productivité. De 1960 à 1974, le rendement (fond et jour) est passé de 11,5 t à 36 t. L'emploi du Diesel a posé 2 problèmes : risques d'incendies et pollution. Il est établi maintenant qu'en transportant le fuel par grandes quantités à la fois, en stockant dans de grands réservoirs et en surveillant la propreté des machines, le risque d'incendie est inférieur à celui créé par les machines électriques. La lutte contre la pollution consiste surtout à contrôler la source d'émission des gaz nocifs et à organiser l'aérage en vue de leur dilution. Le contrôle de la source comporte 5 parties : 1) *Le choix du moteur.* Ainsi l'injection du fuel dans l'air dans un rapport fuel/air inférieur au rapport stoechiométrique donne, dans un moteur à 4 temps, une pollution minimale à travail égal. 2) *Le recyclage* d'une partie des gaz d'échappement diminue la nocivité de l'émission. 3) *L'épuration* des gaz par barbotage dans l'eau retient les vapeurs acides. Depuis peu, un procédé à l'oxycatalyse donne de bons résultats si le fuel est pauvre en soufre. 4) *La dilution* des fumées s'obtient de plusieurs façons. L'emploi d'un « Venturi » par lequel les gaz chauds aspirent l'air ambiant, créant un jet d'air de volume 5 à 10 fois celui des gaz se diluant dans l'atmosphère, semble le meilleur procédé. 5) Enfin *l'évaluation du besoin en air* est facile quand on connaît la teneur en gaz nocifs de l'échappement, la dilution nécessaire, le temps de travail des engins et la production de gaz par unité de temps. Certains pays évaluent ce besoin d'après la puissance des moteurs. Les normes préconisées ne doivent pas cependant s'appliquer sans discernement car elles ne tiennent pas compte des caractéristiques d'échappement ni des conditions de travail.

Résumé de la Revue.

IND. **E 26** Fiche n. **64.002**

CHARBONNAGES DE FRANCE. Houillères de Provence. Réalisation des pistes de roulage. — **Charbonnages de France. Publications Techniques,** 1975, n° 1, p. 15/21, 7 fig., 1 tabl.

Description d'un essai de la Co. R.T. terminé avec succès. L'intérêt d'utiliser des engins sur pneus pour l'ensemble des services d'exploitation n'est pas douteux mais cela exige de traiter le mur de façon à permettre une vitesse de 20 à 25 km/h. La réalisation d'un « tapis de roulement » a été essayée depuis le début de 1973. Elle est valable tant que la puissance de la couche est d'au moins 2,1 m. Matériaux mis en œuvre ; constitution de la couche de roulement (éventuellement, de son substratum). Les travaux comportent : préparation de la galerie, transport des produits à pied d'œuvre, pose de revêtement. Prix de revient : de 35 à 55 FF/m² (en francs 1973). Le réseau des pistes s'étend progressivement à l'ensemble de l'exploitation.

Résumé de la Revue.

IND. **E 415** Fiche n. **64.059**

F.E. TESTER. Mine hoists - A predetermined torque braking system. *Machines d'extraction - Système de freinage à couple prédéterminé.* — **C.I.M. Bulletin,** 1975, juin, p. 109/114, 3 fig.

Description d'un dispositif de freinage, mis au point par la Blacks Equipment Ltd, d'après le principe de la variation du couple de freinage en fonction de l'inertie du système tambour-cage. Des ressorts précomprimés montés en opposition avec un système de vérins hydrauliques commandés par un jeu de came préréglé. Fonctionnement avec simple tambour et double tambour. Entretien facile.

Biblio. : 4 réf.

IND. **E 53** Fiche n. **63.951**

C. PECH. Essais de postes émetteurs-récepteurs en quartier à la mine de Tucquegnieux. — **Mines de Fer de France. Bulletin Technique,** 1975, 2e trimestre, p. 49/55, 6 fig., 3 tabl.

Il ressort de cette étude sur les radiocommunications, à la mine de Tucquegnieux, que l'utilisation des émetteurs-récepteurs est possible sous certaines conditions particulières (limitation du nombre d'angles droits). Il est impossible actuellement d'obtenir une couverture à 100 % sur l'ensemble du quartier ayant servi aux essais. Il reste des progrès à faire pour optimiser l'utilisation de ces postes ; il y aura lieu d'essayer de nouveaux appareils (relais passifs à la place d'antennes, par exemple). La mise en service d'un tel moyen de communication devrait permettre l'amélioration de la sécurité et de l'organisation du quartier, sous réserve de matériel plus perfectionné, permettant une couverture totale du quartier, mais il ne faut pas oublier qu'elle nécessite un investissement non négligeable, une importante formation du personnel et une infrastructure réduite de câbles électriques. Cela ne dispense pas l'agent de maîtrise de contrôler sur place les chantiers

et la sécurité. Ces essais ont permis de déterminer les limites des postes dans des conditions expérimentales bien définies et pourraient servir de base de comparaison pour les essais de matériel nouveau.

IND. **E 53** Fiche n. **64.057**

M.D. EVERELL et R. TERVO. Some recent applications of radio-communication in underground mines. *Récentes applications de radio-communications dans les mines souterraines.* — **C.I.M. Bulletin,** 1975, avril, p. 55/61, 5 fig.

Des systèmes radio sont maintenant en service dans les mines souterraines pour des communications verbales dans les puits, voies de transport, galeries inclinées et chantiers d'abattage et aussi pour le contrôle à distance d'engins tels que convoyeurs et rabots. Le succès de ces installations est dû largement au développement du câble porteur qui a permis de résoudre les problèmes de transmission souterraine à longue distance. Trois types de câble porteur sont maintenant disponibles : 1. Le système INIEX-Delogne, installé dans les mines françaises et belges, emploie un câble coaxial avec des éléments émettant tous les 100 m environ. Des essais ont été faits aux USA. 2. Le système « Leaky feeder » est un câble coaxial tressé qui a été installé dans plusieurs mines britanniques. Des amplificateurs répéteurs sont installés à des intervalles de 1 km pour combattre les pertes. 3. Le système Radiax, câble coaxial entaillé, dont les entailles sont fraisées dans la gaine striée en aluminium. Aux USA, une station émettrice et des amplificateurs couvrent une zone souterraine importante. Avec les différents systèmes, un large éventail de fréquences de quelques kHz à 460 MHz peut être employé. Les mines canadiennes auraient la possibilité d'améliorer la productivité par l'emploi de radiocommunications.

Biblio. : 14 réf.

IND. **E 54** Fiche n. **64.150**

J. OLAF. Die Automatisierung von Gewinnung, Förderung und Materialtransport. *L'automatisation de l'abattage, de la desserte et du transport de matériel.* — **Glückauf,** 1975, 21 août, p. 764/767, 6 fig.

L'abattage, la desserte et le transport du matériel exigent, pour permettre la concentration des travaux et l'augmentation du rendement, une surveillance totale et une commande automatique. Passage en revue de télécommandes pour taille d'un type spécial qui ont été mises au point pour surveiller et commander toutes les installations mécaniques de taille. En matière de déblocage par bandes et par berlines, des commandes programmées pour l'optimisation du débit des produits ont été associées à des systèmes de commande électroniques. L'automatisation du transport de matériel est plus difficile et ne peut encore se faire que partiellement pour certaines opérations en utilisant des dispositifs de commande à distance.

Biblio. : 5 réf.

Résumé Cerchar Paris.

F. AERAGE — ECLAIRAGE HYGIENE DU FOND

IND. **F 21** Fiche n. **64.067**

M.Y. FISEKCI et K. BARON. Methane pressure and flow measurements in coal and surrounding strata. *Pression du grisou et mesures de son débit à travers le charbon et les terrains encaissants.* — **C.I.M. Bulletin,** 1975, octobre, p. 91/98, 11 fig., 2 tabl.

Programme de recherches exécuté par les laboratoires de la recherche minière dans les mines de l'ouest canadien, dans le but d'obtenir une meilleure connaissance des émissions de méthane et d'établir des règles pratiques de contrôle. Mesure des pressions et débit des sondages : scellement des trous de sonde par des vessies gonflables — mesure des débits par compteur enregistreur. Interprétation en termes de perméabilité par fracturation et porosité : la perméabilité par fracturation diminue rapidement à partir de 9 à 12 m de la taille et la perméabilité en couche vierge (Cammore) est de 5 à 6 millidarcy, à comparer avec les perméabilités de 0,002 millidarcy en Australie (le charbon australien est plus « serré » que celui de la veine Cammore). Mesures in situ dans la couche Wilson : les anciens piliers sont complètement dégazés — en zone vierge, la pression peut varier de 2 à 7 atmosphères. Conclusions : la perméabilité des couches peut varier et dépend des propriétés du charbon, structure, humidité, etc. — le grisou traverse relativement facilement les veines de charbon — importance des terrains encaissants comme réservoirs de grisou.

Biblio. : 4 réf.

IND. **F 40** Fiche n. **64.151**

H. BREUER. Forschungen und Entwicklungen in der Staub- und Silikosebekämpfung. *Recherches et développements dans la lutte contre les poussières et la silicose.* — **Glückauf,** 1975, 21 août, p. 767/773, 8 fig.

Etat actuel des recherches et développements dans la lutte contre les poussières et la silicose. Des progrès

portants ont été réalisés au cours des 2 dernières nées et une organisation de routine est actuelle-ent en place depuis 1974 dans le bassin de la Ruhr. s recherches ont montré que les valeurs MAK, à ne is dépasser pour une exposition aux poussières du-nt 5 ans, sont de 4,0 mg/m³ de particules fines et 0,15 mg/m³ de poussières de quartz. Détails sur rganisation de l'analyse des échantillons prélevés fond par le Bergbau-Forschungs-Institut dans les ines de la Ruhr et sur l'appareil de mesure de oussières : le tyndallomètre numérique TM 50 avec spositif d'enregistrement. Mesures techniques pri-s pour lutter contre les poussières : infusion du assif, arrosage dans l'allée du rabot et sur le rabot, rosage de l'abatteuse-chargeuse à tambour ; aspi-tion des poussières directement sur la machine ; s du soutènement marchant, des concasseurs de ocs, des creusements de voie.

Biblio. : 18 réf.

Résumé Cerchar Paris.

D. **F 410** Fiche n. **63.936**

PREAT et M. VANSTRAELEN. La lutte contre s poussières dans les charbonnages belges. Situ-ion au début de l'année 1974. — **Revue de nstitut d'Hygiène des Mines,** 1974, n° 4, p. 75/189, 8 tabl., 2 fig.

Vue d'ensemble des méthodes de lutte contre les oussières suivies dans les charbonnages belges au ébut de l'année 1974. Les renseignements statisti-ues communiqués par les charbonnages sont ras-mblés sous forme de tableaux. La longueur et la oduction des tailles traitées par les procédés classi-ues : arrosage, havage humide, injection d'eau en ine, piqueurs à pulvérisation d'eau, sont nseignées avec des précisions sur l'emploi simul-né de plusieurs de ces techniques. On indique éga-ment le nombre de travaux préparatoires au rocher l'utilisation qu'on y fait des techniques de lutte ntre les poussières adoptées en pareil cas.

D. **F 50** Fiche n. **64.093**

SOUBROUILLARD. L'amélioration des condi-ns de travail par l'aérage. — **Industrie Minérale. ines,** 1975, n° 4, p. 399/405, 6 fig.

Aux Mines de Potasse d'Alsace (M.D.P.A.), les nditions de travail sont très défavorables à cause de profondeur du gisement, du degré géothermique ble, de la faible humidité, des dégagements gri-uteux, de l'emploi de machines électriques puis-ntes dégageant beaucoup de chaleur et d'engins esel. Le meilleur moyen pour abaisser la tempéra-re résultante (Tr) est d'agir sur la température sèche (Ts) puisque l'humidité est faible. Cela est possible par la ventilation. A l'entrée d'une taille, il faut amener l'air aussi frais que possible, de préférence par une entrée de voie à grand débit plutôt que par plusieurs en parallèle, les voies étant tracées au moins un an à l'avance car la température des parois des voies diminue avec leur âge. Il faut réduire la longueur des traçages aérés par ventubes ou canars et amener le plus d'air frais possible à l'aspiration du ventilateur secondaire. Ceci implique l'aérage indépendant des traçages et d'exclure leur mise en série avec un chantier de production. Etant donné les conditions difficiles des M.D.P.A. et la sévérité du règlement (limite admissible pour Tr = 34°, réduction du temps de travail à 4 h 15 si Tr dépasse 32°), une forte puissance de ventilation devait être installée. Elle comporte 8000 kW de ventilateurs principaux placés au fond mais commandés du jour et 1200 kW de ventilateurs de quartier. Le débit total est de 1300 m³/s dont la moitié seulement traverse les chantiers d'exploitation. Cela a permis l'exploitation d'un champ situé entre 850 et 1060 m où la température de la roche varie de 48 à 56°C. Il faut prévoir cependant, pour des traçages profonds, éloignés des puits, de compléter l'amélioration climatique par l'installation d'une réfrigération. L'air serait amené de 45° à 29° à l'entrée du traçage, au débit de 10 m³/s. Cette solution coûteuse ne doit être envisagée qu'après avoir obtenu le maximum de la ventilation.

Résumé de la Revue.

IND. **F 52** Fiche n. **64.030**

R. LEGRAND. Jalons géothermiques. — **Service Géologique de Belgique,** 1975. Mémoire n° 16, 46 p, 3 fig., 9 pl.

L'auteur présente toutes les observations géothermiques recensées des archives de la carte géologique, par le Service Géologique de Belgique : localisation, données concernant la température en °C, la formation géologique et les gradients géothermiques (total, partiel et moyen). Transformation des observations en données. Présentation en cartes synthétiques des observations ainsi transformées en données comparables qui permettent de conclure que, jusque la cote — 1500 par rapport au niveau de la mer, le gradient géothermique moyen est de 33 m, de — 1500 à 2000 m, le gradient géothermique est nettement plus petit dans le terrain houiller et les données synthétisées ne permettent pas d'aller au-delà. Les régions « chaudes » du gisement houiller autochtone contrastent avec les régions « froides » du massif du Brabant et de l'Ardenne. Analyse par formations géologiques. Bilan de cette analyse. Certaines distorsions du flux géothermique s'expliquant par les eaux souterraines fraîches, salées (ou saumures), ne devraient pas être négligées.

IND. **F 61** Fiche n. **64.144**

I. KAISER. Brandschutz in einem zur Selbstentzündung neigenden Flöz beim Abbau mit Hangendkohle. *Lutte contre les feux dans une couche à combustion spontanée exploitée en laissant du charbon au toit* — **Glückauf,** 1975, 7 août, p. 713/717, 6 fig.

La mine Auguste Victoria exploite la couche Zollverein 1-2, d'une ouverture de 3 à 3,5 m, dont les bancs du toit ont tendance à la combustion spontanée ; son exploitation n'est rentable qu'en laissant au toit un banc de 0,6 à 0,8 m. Pour éviter que le charbon abandonné ne prenne feu, on a réduit les fuites d'aérage à partir de la voie d'entrée d'air et diminué la dépression sur le quartier. De petits feux se sont déclarés néanmoins dans la voie d'entrée d'air, facilement maîtrisables. Description des règles de prévention de surveillance et de lutte en cas de feu. Méthodes préconisées pour éviter les feux dans la voie de base servant d'entrée d'air.

Résumé Cerchar Paris.

H. ENERGIE

IND. **H 14** Fiche n. **64.017**

J. FLEURY. Transfert d'énergie par stockage d'air comprimé. — **Revue Générale de Thermique,** 1975, janvier, p. 17/25, 4 fig., 2 tabl.

Procédé d'accumulation d'énergie sous forme d'air comprimé. Un compresseur électrique envoie de l'air comprimé dans un réservoir souterrain. L'air comprimé est restitué pour servir de comburant dans une turbine à gaz entraînant un alternateur. Problèmes inhérents à ce procédé (réservoir de stockage, machines, prix de revient). Description de 2 installations en cours de réalisation (Allemagne, Suède). Présentation du projet de la station hydropneumatique E.d.F. « Bretagne 2000 », stockage dans du granit et compensation hydraulique

IND. **H 402** Fiche n. **64.024**

R. de BAUW, C. PETTEAU et Coll. Structure et évolution des prix des combustibles fossiles et nucléaires. — **Revue A.I.M.,** 1975, juillet-août-septembre, p. 232/240, 1 fig., 3 tabl.

L'établissement du plan d'équipement du parc d'unités de production d'énergie électrique nécessite l'estimation, à long terme, du prix des combustibles. Les auteurs analysent d'abord les différents paramètres influençant le prix des combustibles liquides, solides, gazeux et nucléaires. Ils choisissent ensuite une hypothèse d'évaluation de ces prix. Ils concluent en ce qui concerne la Belgique, de la manière suivante : le secret de la sécurité de la riposte à la conjoncture consiste en l'installation de moyens de production polyvalents capables d'intervenir en « marginalistes » dans le concert du marché de l'énergie primaire.

Biblio. : 14 réf.

J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE

IND. **J 6** Fiche n. **64.033**

G.W. THORP. Adsorption on granular activated carbon applied to refinery waste water. *Traitement des eaux usées des raffineries par adsorption sur du charbon activé granulé.* — **Extern,** 1975, n° 3, p. 139/147, 9 fig.

Les eaux usées des raffineries contiennent de grandes quantités d'huile, de métaux et de matières organiques dissoutes. L'adsorption par du charbon activé, employé en combinaison avec d'autres techniques plus conventionnelles, peut apporter une solution satisfaisante à ce problème de pollution. Bref aperçu des principes de base de l'adsorption sur le charbon. Techniques actuelles : comportement d'un lit de molécules de carbone, adsorption et choix d'un système, régénération. Application de la méthode du charbon granulé activé au traitement des eaux usées d'une raffinerie en Californie (USA) : problèmes posés par la législation, choix d'une solution, description de l'unité de charbon activé, capitaux nécessaires et coûts opérationnels.

Biblio. : 6 réf.

K. CARBONISATION

IND. **K 118** Fiche n. **64.043**

P. FOCH et R. MARCELLINI. Rapport sur l'activité de la station expérimentale de Marienau en 1972 et 1973. — **Charbonnages de France. Publications Techniques,** 1975, n° 3. — **Charbonnages de France. Note Technique,** 1974, décembre, n° 3, 9 p., 7 fig., 6 tabl.

L'enfournement des mélanges préchauffés a connu un développement industriel important ces dernières années. C'est la raison pour laquelle l'activité de la station expérimentale de Marienau en 1972 et 1973

été orientée vers : a) l'étude de l'enfournement sec mplifié ; une installation semi-industrielle érigée à la kerie d'Hagondange a permis d'étudier l'enfournement par wagon-chargeur de charges préchées ; b) l'étude de l'enfournement préchauffé ; ne installation suivant le procédé Coaltek est en ours d'installation sur 12 fours de la cokerie de arling. En fours 400 kg, les auteurs ont commencé ne étude systématique des principaux facteurs de ibrication conditionnant les résultats et les erformances de l'enfournement de charges réchauffées à 250°C. Le développement du procédé s oblige en effet à compléter les indications générales publiées en 1965. Les auteurs ont mis en service ans des cokeries différentes 3 fours de laboratoire its « de 10 kg » destinés à détecter les dangers de oussée des charbons. Une part notable de l'activité e la station a été consacrée à la mise au point de néthodes destinées à mesurer la pollution atmoshérique engendrée par les cokeries. Dans un prenier temps, l'étude des retombées de poussières a té entreprise. Simultanément, une équipe de spéialistes était formée pour l'exploitation de l'appareilage.

Résumé de la Revue.

M. COMBUSTION ET CHAUFFAGE

ND. **M 53** Fiche n. **64.025**

. DARMONT. La désulfuration des gaz de comustion des centrales thermiques. — **A.I.M.,** 1975, uillet, août et septembre, p. 241/254, 4 tabl.

Description sommaire des réalisations les plus vancées des procédés de désulfuration qui sont lassés par catégories. A. Procédés sans valorisation lu soufre : ces procédés secs ou humides se contenent de fixer le SO_2 sous la forme d'un composé non olatil, ils n'utilisent que des réactifs bon marché et nt des rendements de l'ordre de 20 à 50 % (voie èche) et de 70 à 90 % (voie humide). B. Procédés vec valorisation du soufre : procédés par catalyse, dsorption et réactions chimiques. La note passe en evue les efforts de recherche et de développement onsentis dans divers pays et définit une notion de echnologie éprouvée. Il en résulte que le stade de exploitation industrielle est encore loin d'être ateint. Cette situation explique les divergences d'opiions sur les coûts d'exploitation et leur évolution ontinue vers la hausse. La comparaison des charges éelles entraînées par les divers procédés en est renue difficile.

Biblio. : 18 réf.

P. MAIN-D'ŒUVRE — SANTE SECURITE — QUESTIONS SOCIALES

IND. **P 0** Fiche n. **63.954**

G. DEGUELDRE, R. DENIAU et Coll. Hygiène et sécurité en Suède. — **Mines de Fer de France. Bulletin Technique,** 1975, 3e trimestre, p. 91/109, 7 fig., 4 tabl.

Visite d'un groupe d'experts des affaires sociales des Communautés Européennes en Suède pour étudier les méthodes employées, dans les mines de fer, pour améliorer les conditions de travail. Programme : visites et causeries. Visite de 3 exploitations : 2 souterraines et une à ciel ouvert ; de nombreux postes de travail ont été vus et discutés, comme par exemple la foration, le creusement des puits d'aérage entre 2 niveaux d'exploitation (machine Robbins), le transport par trains à commande centralisée de trafic, l'aérage, le boulonnage et le gunitage, les télécommunications hertziennes, les affaissements miniers, etc... Visite de l'usine Atlas Copco : réduction du bruit des engins, galerie d'essais et de démonstration de divers matériels (foration, chargement). Visite de la société « Mining Transportation A.B. » qui fabrique les camions miniers « Kiruna-Trucks » qui sont pourvus de catalyseurs pour l'épuration des gaz d'échappement. Communications à l'Association Suédoise des Mines.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE

IND. **Q 1120** Fiche n. **63.989**

X. Nouvelles réalisations techniques dans les houillères françaises. — **Annales des Mines (France),** 1975, mai, p. 9/26, 20 fig.

Nouveautés techniques importantes réalisées au cours des dernières années : Exploitation des dressants : abattage mécanisé, machines A.N.F., Dressmatic — Exploitation des veines épaisses : chantiers de soutirage, mise au point d'un type de soutènement marchant — Exploitation de longues tailles en plateure : automatisation et télécontrôle de l'équipement — Transport du personnel et du matériel : locos suspendues, couloir roulant à moteur linéaire, monorail — Creusement des galeries : galeries au rocher, jumbos légers, mécanisation du soutènement par grillages et boulons, chargeuses sur chenilles. Galeries tracées en veine mince : jumbos de foration sur chenilles et tracto-chargeur sur pneus. Soutènement des galeries par boulonnage à la résine — Téléinformation au fond : télésignalisation, télémesure,

télétransmission de la voix — Automatisation des puits et des installations au jour — Utilisation des déchets stériles : valorisation des cendres volantes, des schistes houillers.

IND. **Q 117** Fiche n. **64.058**

G.K. LIVINGSTONE. Surface mining of coal at Sparwood, B.C. Mine de charbon à ciel ouvert à Sparwood (Colombie Britannique). — **C.I.M. Bulletin,** 1975, mai, p. 81/85, 5 fig.

A Sparwood, Colombie Britannique, Kaiser Resources Limited tire 85 % de sa production brute de charbon de ses exploitations de surface. Les méthodes d'exploitation nécessitent l'emploi des plus grands équipements disponibles. Géologie : la formation Kootenay atteint un maximum d'épaisseur de 600 m et renferme de 8 à 15 veines de charbon de 1,50 m à 15 m. Planification : la mine a des réserves de 64 millions de t de charbon métallurgique et nécessitera l'enlèvement de 230 millions de m^3 de roche. Production : 16.000 t de charbon/jour, 3 postes par jour, 354 jours de travail par an, main-d'œuvre totale occupée : 488 personnes. Forage et minage : emploi de taillants tricone à carbure de tungstène (durée de vie : 2100 m), explosifs ANFO. Chargement et transport des stériles : camions de 200 t quand c'est possible. Contrôle de la qualité. Service d'entretien. Sécurité. Restauration du sol.

IND. **Q 130** Fiche n. **64.104**

P. MAGET. Der Uranerzbergbau und seine Bedeutung für die Energieversorgung. *L'exploitation de l'uranium et son importance au point de vue de l'approvisionnement énergétique.* — **Glückauf,** 1975, 20 mars, p. 281/292, 12 fig., 4 tabl.

Importance prise par l'uranium sur le marché mondial de l'énergie (1 t d'uranium correspond actuellement à 16 à 17.000 t de charbon). Le combustible entre pour 25 % des dépenses au kWh pour une centrale nucléaire et pour 75 % dans une centrale au fuel. Evolution de la construction des centrales nucléaires dans le monde. Rappel des différents types de gisements uranifères ; ressources mondiales en uranium classées suivant leur coût de production à la t. La production mondiale a été de 27.900 t (dont 14.600 aux USA et 1.800 en France) ; on prévoit une production de 50.000 à 60.000 t en 1980 (France 4.000 t). Caractéristiques de l'exploitation de l'uranium et de sa préparation. Marché des concentrés et enrichissement des produits. Politiques d'approvisionnement en uranium suivant les pays.

Résumé Cerchar Paris.

IND. **Q 132** Fiche n. **64.143**

P. YOUNG, K. PETERS et Coll. Der verfahrenstechnische Wandel der Eisenerzaufbereitung von Lengede. *Changement de technique dans la préparation du minerai de fer à Lengede.* — **Glückauf,** 1975, 7 août, p. 708/713, 9 fig, 5 tabl.

La production mensuelle de la mine de Lengede est passée de 80.000 t en 1960 à 120.000 t en 1974 ; à noter que durant la même période la proportion de minerai national utilisé est tombée de 98 % à 30 % en raison de la fermeture de nombreuses mines. Traitement du minerai (composé de 82 % de fines) avant la mise en route du transport hydraulique en 1966 ; diverses modifications apportées au schéma du traitement de minerai depuis cette date, avec indication sur les débits d'eau en circulation. Tableaux indiquant la granulométrie du minerai brut après broyage ; en 1973, pour le transport de 2.182.000 t de minerai, on a fait circuler 13.150.000 t de mélange. Les frais de traitement de minerai sont passés de 5,47 DM en 1965 à 2,63 DM en 1973-1974. Le rendement annuel par homme employé à la préparation passant de 6.115 t à 32.714 t, le personnel étant passé de 61 à 28 pour une production de minerai brut augmentant de 786.000 t à 1.550.000 t/an.

Biblio. : 6 réf.

Résumé Cerchar Paris.

IND. **Q 2** Fiche n. **63.970**

E. BOUDET. Panorama de l'industrie minière du continent africain en 1974. — **Industrie Minérale,** 1975, novembre, p. 489/514, 1 fig., 25 tabl.

Cette revue annuelle, établie par le Bureau de Documentation Minière, donne pour 40 pays africains des tableaux de la production et des effectifs des mines avec leur évolution depuis 1974. Quelques commentaires sur ces productions, renseignements sur les exportations et les activités de prospection.

Imprimerie Robert LOUIS, s.p.r.l., rue Borrens 35-43, 1050 Bruxelles
Drukkerij Robert LOUIS, p.v.b.a., Borrensstraat 35-43, 1050 Brussel